This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

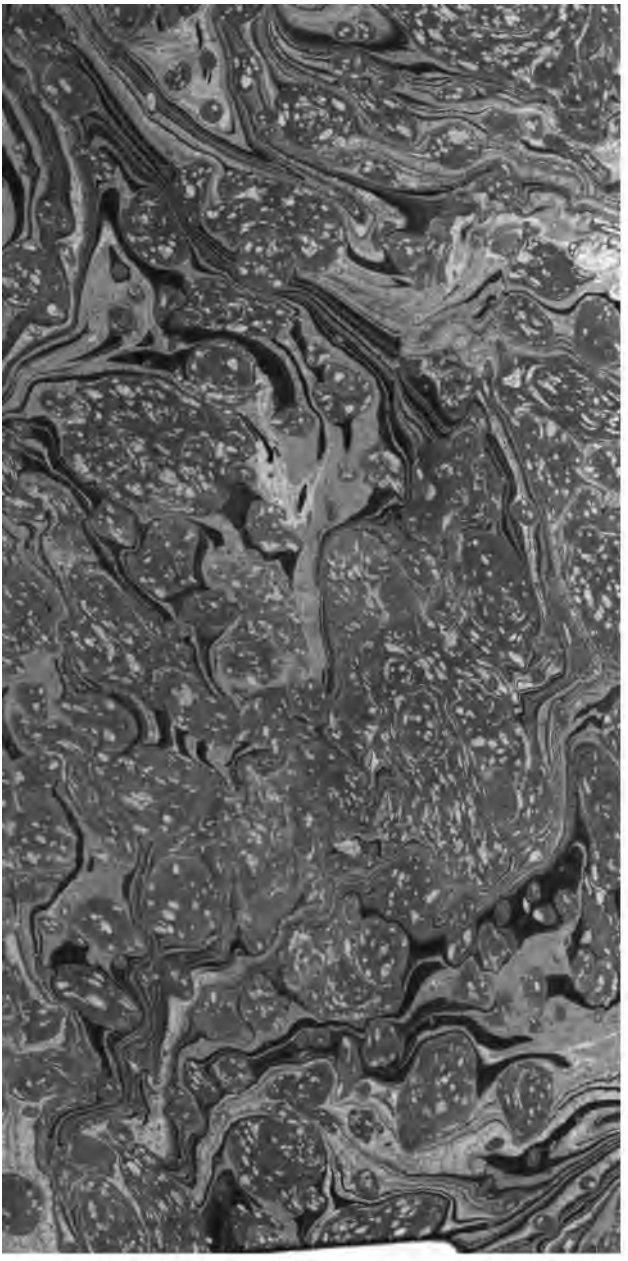
+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

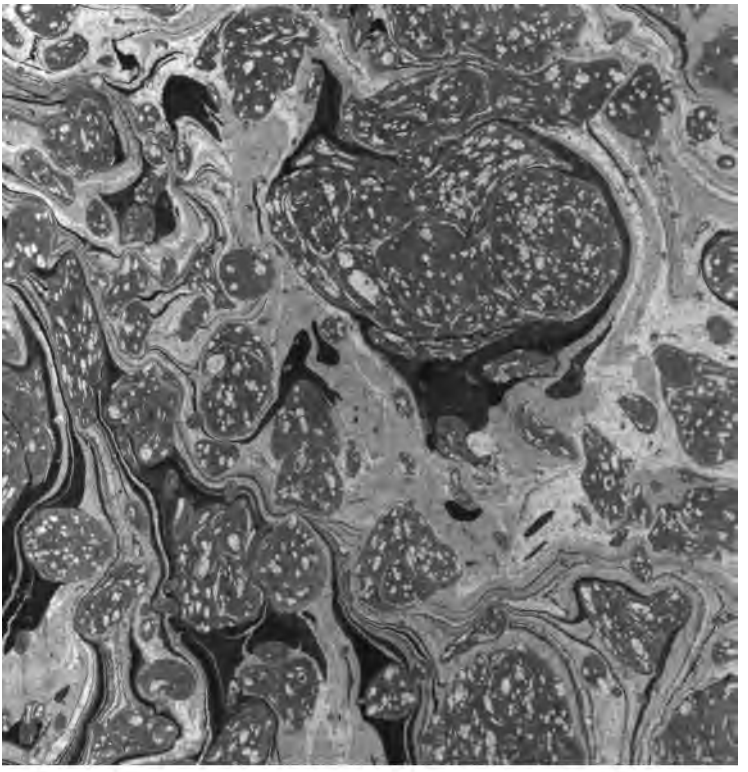
+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

Stanford University Libraries
3 6105 000 639 760





613
Gen. 13

ANNALEN

DER

PHYSIK.

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT,

PROFESSOR DER PHYSIK UND CHEMIE ZU HALLE,
UND MITGLIED DER GESELLSCHAFT NATURFORSCHENDER FREUNDE
IN BERLIN U. ANDERER NATURF. SOCIETÄTEN.

VIERZEHNTER BAND.

MEBST FÜNF KUPFERTAFELN.

HALLE,
IN DER RENGERSCHEN BUCHHANDLUNG.
1803.

INHALT.

Jahrgang 1803, Band 2,
oder
Vierzehnter Band. Erſtes Stück.

I. Einfache Einrichtung der Atwoodiſchen Fallmaſchine, nebſt Geräthſchaft zu Verſuchen über das Pendel, von Ernſt Gottfr. Fiſcher, Mitgl. der Akad. der Wiſſenſchaften und Prof. am Berlin. Gymnaſium Seite 1

II. Galvaniſche Verſuche und Beobachtungen über Leitung des Galvaniſch-electriſchen Fluidums durch Metall, und durch Flüſſe und feuchten Boden in groſse Weiten, von F. H. Baſſe in Hameln 26

III. Ueber die vom Himmel gefallnen Steine, vom Dr. Olbers in Bremen, im Auszuge 38

IV. Schreiben vom Dr. Benzenberg in Hamburg an Dr. Olbers in Bremen über die Frage: Sind die Sternſchnuppen telluriſchen oder coſmiſchen Urſprungs? 46

V. Kritiſche Bemerkungen über die neuern Hypotheſen, wodurch man die unter dem Namen der Feuerkugeln bekannten Lufterſcheinungen zu erklären ſucht, von Ernſt Fr. Wrede, Prof. am Friedr.-Wilh.-Gymnaſium in Berlin 55

VI. Verſuche über Wärme und Kälte, die bei mechaniſcher Verdichtung und Verdünnung der Luft entſtehn, v. John Dalton in Mancheſter 101

VII. Auszüge aus Briefen an den Herausgeber:

1. Von Herrn Prof. Böckmann in Carlsruhe. (Tod ſeines Vaters. Antwort auf Profeſſor Parrot's Gegenbemerkungen. Meteorologiſche Beobachtungen zur Zeit merkwürdiger Feuerkugeln in Labrador) 112

2. Vom Herrn Pred. Maréchaux in Wesel. (Neue grüne Farben für die Oehlmahlerei. Resultate seiner fernern Galvan. electro-gasometrischen Wahrnehmungen. Neue Theorie der Electricität) Seite 118
3. Vom Herrn P. Raphael Genhart, Prof. im Stifte Admont in Ober-Steyermark. (Von einer genügenden Theorie des Magnetismus) 122
4. Aus einem Briefe des Hrn. Advocats Steinhäuser in Plauen an Hrn. Prof. Dr. Langguth in Wittenberg. (Gegen die vorgebliche Wasserzersetzung durch Magnete. Bestätigung seiner frühern Versuche über den electrischen Mittelpunkt, Indifferenz- und Culminationspunkt. Versuche mit der Voltaischen Säule an Menschen und Thieren) 125
VIII. Preisertheilung der Londner Gesellschaft der Wissenschaften 128

Zweites Stück.

I. Versuche, um auszumitteln, ob Flüssigkeiten Leiter der Wärme sind oder nicht, von Thomas Thomson, M. D., Lehrer der Chemie zu Edinburg 129
II. Ueber die Strömungen, die vorgeblich in erwärmten Flüssigkeiten statt finden, von Thomas Thomson 146
III. Versuche und Beobachtungen über den Durchgang der Wärme durch Flüssigkeiten herabwärts, von John Murray, Lehrer der Chemie in Edinburg. 158
IV. Ueber die Kraft der Flüssigkeiten, Wärme zu leiten, in Beziehung auf des Grafen Rumford *Essay* VII, von John Dalton in Manchester 184
V. Bemerkungen über das von Huyghens zuerst vorgeschlagne doppelte Barometer, von G. G. Schmidt, Professor der Physik und Mathematik in Giessen 199

VI. Einfluſs des Schalls auf den Barometerſtand, beobachtet von Sir Henry Englefield, Bart. F. R. S. Seite 214
und Bemerkungen darüber vom Prof. Th. Young 217
VII. Ein Apparat zu Sprachmaſchinen, von Ez. Walker zu Lynn 220
VIII. Reſultate aus Dr. Benzenberg's Fallverſuchen auf dem St. Michaelisthurme in Hamburg 222
IX. Galvaniſch-electriſche Neuigkeiten:
1. Einige Proben der Arbeiten der Galvaniſchen Geſellſchaft in Paris 227
2. Verſuche von Lagrave, Mitglied derſelben, welche beweiſen ſollen, daſs die Geſetze des Galvanismus und der Electricität verſchieden ſind 228
3. und welche die Exiſtenz einer +- und —-Flüſſigkeit in der thieriſchen Oekonomie darthun, die durch ihre Vereinigung die Vitalität bewirken ſollen 230
4. Contractibilität des Faſerſtoffs des Bluts durch Galvanismus 231
5. Veränderung der mit Kochſalzwaſſer angefeuchteten Tuchſcheiben in der Säule, und Einwirkung der Säule auf verſchiedne thieriſche Flüſſigkeiten, von Brugnatelli 232
6. Funken u. Entzündungen durch Volta's Säule 233
7. Galvaniſch electriſche Verſuche, angeſtellt in Schweden, aus einem Schreiben des Aſſeſſors Gahn in Fahlun 235
8. Galvaniſch-electriſche Waſſerzerſetzung durch Zink- und Kupferſtaub 238
X. Neuigkeiten aus der Chemie der Metalle:
1. Ein vorgeblich neues edles Metall, *Palladium* oder *Neuſilber* 240
2. Tungſtein-Metall und Eiſenamalgama 242
3. Collet-Descotils Verſuche über die vor-

gebliche Verwandlung von Eisen in Stahl in verschlossnen Tiegeln ohne Kohlenstoff Seite 242
4. Ein neuentdecktes Metall *Tantalum*, vom M. Ekeberg in Upsala 243
XI. Wesentliche Verschiedenheit der Yttererde von der Beryllerde, vom M. Ekeberg, in Upsala 247
XII. Auszüge aus Briefen an den Herausgeber:
1. Vom Herrn Dr. Brandes in Eckwarden, (über Sternschnuppen und terrestrische Strahlenbrechung) 250
2. Vom Herrn Dr. Benzenberg, (dioptrischen und andern Inhalts) 253

Drittes Stück.

I. Fortgesetzte Versuche über die Electricität, von Alex. Volta. Aus einem Briefe an den Herausgeber 257
II. Einige Bemerkungen zu Dalton's Versuchen über die Ausdehnung der expansibeln Flüssigkeiten durch Wärme und zu den Folgerungen, die Dalton aus ihnen zieht, vom Herausgeber 266
III. Ueber den absoluten Nullpunkt der Wärme und verwandte Betrachtungen. Aus einem Briefe von John Dalton, in Manchester 287
IV. Versuche über die Ausdehnung des Wassers durch Wärme, von John Dalton 293
V. Von den Methoden, die Ausdehnung der Flüssigkeiten durch Wärme zu bestimmen, von G. G. Hällström, Prof. der Physik zu Abo 297
VI. Einige pyrometrische Versuche, von Dr. J. A. Schmidtmüller in Erlangen 306
VII. Eine neue Art Rostcompensation für astronomische Uhren, vom Dr. Benzenberg 315
VIII. Versuche, die Natur des Nervenfluidums und die Wirkung des Galvanismus auf die thierische Oekonomie betreffend, von Aldini, Prof. der Exp.-Physik zu Bologna 320

IX. Fernere Nachricht der Galvaniſchen Societät in Paris von ihren Verſuchen . Seite 340
X. Beſchreibung zweier einfachen Vorrichtungen, um Baumſtubben durch Pulver zu zerſprengen oder herauszuheben:
Knight's Schraube zum Holzſprengen 342
St. Victor's Maſchine, Baumſtubben auszuroden 343
XI. Verſuche und Beobachtungen über die Vegetation der Pflanzen, welche darthun, daſs die Vegetation im Sonnenlichte die Luft *nicht* verbeſſert, von Jam. Woodhouſe, M. D., Prof. der Chemie in Philadelphia 348
XII. Verſuche über den Einfluſs des Lichts auf einige Phänomene der Vegetation, von Decandolle 364
insbeſondre auf die Poren der Blattrinde 372
XIII. Bemerkungen über das Treiben und Abfallen der Blätter, und die Merkmahle, woran man wahrnimmt, wenn die Blätter in ihrer ganzen Kraft ſtehn und für den officinellen oder wirthſchaftlichen Gebrauch einzuſammeln ſind, von Morelot, Profeſſor an der pharmaceutiſchen Schule in Paris 377

Viertes Stück.

I. Ueber die Entladung der Voltaiſchen Säule durch Vermittelung einer beträchtlichen Strecke eines Stroms, vom Prof. Erman in Berlin 385
II. Vergleichende Anatomie der electriſchen Organe des Zitterrochens, Zitteraals und Zitterwelſes, von E. Geoffroy, Profeſſor der Zoologie am naturhiſt. Muſeum in Paris 397
III. Beſchreibung eines electriſchen Aals aus Surinam, von Sam. Fahlberg in Stockholm 416
IV. Unempfindlichkeit für Electricität; aus einem Briefe von J. A. Clos, Profeſſor der Botanik zu Soreze 423

V. Ob das Waſſer in längern Haarröhrchen höher als in kürzern anſteigt, unterſucht von G. G. Hällſtröm, Prof. der Phyſik zu Abo Seite 42

VI. Beſchreibung der Turffgruben bei Brühl und Liblar, wo die braune köllniſche Erde oder die ſogenannte köllniſche Umbraerde gegraben wird, von Faujas-Saint-Fond, Profeſſor der Geologie am naturh. Muſeum in Paris.

Nebſt einigen vergleichenden Bemerkungen des Herausgebers über die Braunkohlenlager im Saalkreiſe und in der Grafſchaft Mansfeld 43

VII. Chemiſche Zerlegung der köllniſchen Umbraerde, von Brogniart, Prof. der Chemie und Gewerbe am naturh. Muſeum in Paris 45

VIII. Ueber den pyrituöſen Torf, (*tourbe pyritueuſe.*) des Aisne-Departements und deſſen Formation, von J. L. M. Poiret, Profeſſor der Naturgeſchichte 46

Mit einigen Bemerkungen von Coupé und Gegenbemerkungen.

1. Vorkommen. — 2. Fremdartige Körper in demſelben. — 3. Folge der Lager bei Beaurieux. — 4. Vermuthungen über die Entſtehungen des pyrituöſen Torfs. — 5. Coupé's Bemerkungen gegen Poiret's Hypotheſe, und Antwort auf ſie. — 6. Allmählige Zerſetzung der Vegetabilien und Producte, die daraus entſtehn, beſonders Torf und deſſen verſchiedne Arten. — 7. Veränderungen, welche der pyrituöſe Torf an der Luft leidet.

IX. Eine Beobachtung über das Entſtehn des holländiſchen Torfs. Aus einem Briefe des Doctors M. van Marum in Harlem an Faujas-Saint-Fond 50

X. Ein Bohrer, um moraſtiges Bruchland auszutrocknen, von Thomas Eccleſton, Esq. 51

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1803, FÜNFTES STÜCK.

I.

EINFACHE EINRICHTUNG

der Atwoodiſchen Fallmaſchine nebſt Geräthſchaft zu Verſuchen über das Pendel,

von

ERNST GOTTFR. FISCHER,

Mitglied der Akademie der Wiſſenſchaften und Profeſſor am Berliniſch-Kölln. Gymnaſium.

Man hat für den Vortrag der mechaniſchen Naturlehre vielerlei Geräthſchaften erſonnen, welche mehr zur Erläuterung und Verſinnlichung vorgetragener Sätze, als zur Begründung derſelben, oder zu eigentlichen Unterſuchungen über Naturgeſetze dienen. Werkzeuge dieſer Art haben für den Unterricht ihren Werth, wenn ſie ihrem Zwecke gemäſs und nicht zu koſtbar ſind.

Die Atwoodiſche Fallmaſchine iſt für ihren Zweck, die Geſetze des Falles ſchwerer Körper anſchaulich zu machen, in der That ſehr ſinnreich und

gut ausgedacht, aber sie ist für ihren Nutzen viel zu kostbar.

Dies hat mich veranlasst, auf Vereinfachung derselben zu denken, und es ist mir gelungen, diesen Zweck nicht nur in so fern zu erreichen, dass das Instrument jetzt für 20 bis 30, (statt 80 bis 100 Rthlr.,) verfertigt werden kann, sondern der Augenschein kann jeden, der die Vergleichung machen will, überzeugen, dass man mit meiner Maschine bequemer als mit der gewöhnlichen experimentirt, ohne an der Präcision der Experimente das geringste zu verlieren.

Da ich nicht voraussetzen kann, dass jedem meiner Leser das Instrument und dessen Mechanismus genau bekannt sind, so will ich zuerst die Idee, die bei dem Instrumente zum Grunde liegt, dann meine Einrichtung des Mechanismus, und die Abweichungen von der gewöhnlichen Einrichtung beschreiben.

Idee des Instruments. Da der freie Fall eines schweren Körpers viel zu schnell geschieht, als dass man bei ihm die Gesetze dieser Bewegung unmittelbar wahrnehmen könnte, so bediente man sich seit Galiläi, um diese Gesetze des Falles oder vielmehr der gleichförmig beschleunigten Bewegung überhaupt anschaulich zu machen, einer viele Fuss langen, und unter einem kleinen Winkel geneigten ebenen Fläche, auf welcher Kugeln nach den Gesetzen der gleichförmig beschleunigten Bewegung mit hinlänglicher Langsamkeit herabrollen, um alle

Umstände der Bewegung wahrnehmen zu können. So einfach diese Idee ist, so schwer ist es, die Vorrichtung auszuführen, und mit Präcision zu experimentiren, weil das Holz, woraus man allein die schiefe Fläche verfertigen kann, unvermeidlich dem Werfen unterworfen ist. Atwood hat statt dessen folgende Idee substituirt. Um eine äuserst bewegliche Rolle ist eine Schnur geschlagen, an deren beiden Enden Gewichte hängen. Sind diese Gewichte gleich, so steht alles still; wird aber auf der einen Seite ein Uebergewicht aufgelegt, so sinkt das Gewicht auf dieser Seite; und dass diese Bewegung, mit einer für die Sinne hinlänglichen Genauigkeit, eine gleichförmig beschleunigte seyn müsse, ist nicht schwer einzusehen. Man nehme an, dass die ganze bewegte Masse, (d. h., die anhängenden Gewichte nebst der Masse der Rolle *) und Schnur zusammen,) 9000 Gran betrage, und dass das auf der einen Seite aufgelegte Uebergewicht

*) Genau genommen darf für die *Masse* der Rolle nicht ihr *Gewicht* genommen werden. Denn da nicht alle Punkte der Rolle mit gleicher Geschwindigkeit umlaufen, so mus die ganze Masse, vermittelst der Theorie von dem Momente der Trägheit, auf den Schnurlauf reducirt, und die so reducirte Masse, die hier etwas geringer als das Gewicht ausfällt, in Rechnung gebracht werden. Diese Berechnung ist in der That nicht leicht, weil sie eine äuserst genaue Abmessung der Grösse und des specifischen Gewichts aller Theile

48 Gran betrage; so müssen diese 48 Gran, deren Gewicht beim freien Falle blos sich selbst in Bewegung zu setzen hat, hier eine $187\frac{1}{2}$ mahl grösere Masse bewegen, daher wird das Gewicht $187\frac{1}{2}$ mahl langsamer als bei dem freien Falle sinken. Legt daher ein frei fallender Körper in der ersten Sekunde $15\frac{5}{8}$ Fuss, d. i., $187\frac{1}{2}$ Zoll zurück, so wird das gedachte Uebergewicht hier nur einen Zoll in der ersten Sekunde zurücklegen, welches langsam genug ist, um alle Umstände der Bewegung hinlänglich genau wahrzunehmen.

Nach dieser allgemeinen Darstellung der Idee des Instruments komme ich auf die umständlichere Beschreibung derjenigen Maschine, die ich für die ansehnliche Instrumentensammlung unsers Gymnasiums durch den rühmlichst bekannten Mechanicus Herrn Elkner den ältern habe verfertigen lassen.

Das Gestell, (Taf. I, Fig. 1, 2.) In der Mitte eines dreieckigen hölzernen Fussbrettes *AB*, das auf zwei Ecken mit Stellschrauben *C* und *D*, auf der dritten vordern Seite *E* aber blos mit einem runden Untersatze versehen ist, erhebt sich eine hölzerne Säule *FG*, 70 Zoll hoch, $2\frac{1}{2}$ Zoll breit und über $1\frac{1}{2}$ Zoll dick; auf deren vorderer Seite sich eine in

vorausgesetzt. Indessen werde ich weiter unten zeigen, dass diese Rechnung für den gewöhnlichen Gebrauch des Instruments ohne Nachtheil bei Seite gesetzt werden kann. F.

Zoll und Zehntel getheilte Scale *HF* von 64 Zoll befindet, ſo daſs alſo über die Scale noch 6 Zoll ohne Eintheilung überſtehen. Die Zolle werden von oben nach unten gezählt. Oben iſt dieſe Säule von der einen Seite, (wie Fig. 1 zeigt,) eingeſchnitten, und auf der Seite dieſes Ein- oder Abſchnittes iſt ein, (bei I durch punktirte Linien angedeutetes,) Loch ſenkrecht heruntergebohrt. Von vorn nach hinten aber iſt ein Stück Meſſing, (das bei *I* Fig. 2 durch punktirte Linien angedeutet iſt,) durchgelegt, ſo daſs das gedachte Loch durch dieſes Stück Meſſing hindurchgeht. Dieſes Loch hat, ſo weit das Meſſing geht, Schraubengänge, zu einem ſogleich anzuzeigenden Gebrauche.

Die Rolle, (Fig. 3, 4, 5, 6.) Der weſentlichſte Theil des Inſtruments iſt eine meſſingene äuſſerſt genau centrirte Rolle *K*, welche Fig. 3, nebſt ihrem Geſtelle, von vorn, Fig. 4 von der linken Seite zeigt. Fig. 5 und 6 ſtellen das Geſtell der Rolle von unten vor. Die Rolle dreht ſich um eine ſtählerne, an beiden Enden zugeſpitzte Achſe *ab*, Fig. 4, deren Spitzen ſich in regelförmigen Vertiefungen in den beiden meſſingenen Ständern *c* und *d* bewegen. Doch befindet ſich eine der beiden Vertiefungen nicht unmittelbar in dem Ständer, ſondern in einer durch den Ständer gehenden Schraube, um die Rolle einſetzen und dann ſo ſtellen zu können, daſs ſie weder geklemmt wird noch ſchlottert. Dieſe Ständer ſind auf dem Brettchen *LM* befeſtigt, durch welches bei *N*, Fig. 4, eine Preſsſchraube

geht, durch die es auf der Säule in dem bei *I*, Fig. 1, befindlichen Loche angeſchraubt werden kann. Die Rolle hat einen Durchmeſſer von 3 Zoll, und in der Peripherie einen keilförmig eingeſchnittenen Schnurlauf. Die Breite des Brettchens *ef*, Fig. 5 und 6, iſt um etwas kaum merkliches kleiner als der Durchmeſſer des Schnurlaufs, ſo daſs, wenn eine Schnur mit Gewichten an beiden Enden über die Rolle gelegt wird, die Schnur dicht an dem Brettchen herunterhängt, doch ohne es zu berühren.

Aus Gründen, die in der Folge angeführt werden ſollen, iſt es rathſam, die Rolle durchbrochen zu arbeiten, und die Achſe ſo dünn, als es die Feſtigkeit erlaubt, zu machen, damit ſich der gröſste Theil der Maſſe in der Nähe des Schnurlaufs befinde.

Die Hemmung, (Fig. 3, 4, 5, 6.) Wenn an der über die Rolle gelegten Schnur ungleiche Gewichte hängen, und das ſchwerere ſinkt, ſo muſs man in jedem Augenblicke die Bewegung hemmen können. Hierzu dient ein einarmiger Hebel von Meſſing oder Holz *gh*, Fig. 5 und 6, (der Fig. 3 bei *h* bloſs von vorne, und Fig. 4 bei *Mh* zum Theil von der Seite zu ſehen iſt.) Dieſer Hebel iſt um den Punkt *g* beweglich, und ragt bei *h* einige Zoll über das Brettchen hervor; übrigens iſt er ſo eingerichtet, daſs er ſich nur um wenige Grade öffnen kann, was zwar nicht nothwendig, aber bequem, und auf mehr als Eine Art leicht zu erhalten

iſt. Die Flächen des Hebels und des Brettchens ſind da, wo ſie an einander anliegen, mit Leder oder feinem Tuche überzogen, damit die Schnur deſto ſicherer geklemmt werde. Sobald aber der Hebel geöffnet iſt, muſs die Schnur ganz frei hängen, aber dicht am Brettchen hinſtreichen. Bei dieſer Einrichtung kann die Bewegung des ſinkenden Gewichts augenblicklich durch einen kleinen Schlag mit dem Finger auf das Ende des Hebels gehemmt und, ſobald man will, hergeſtellt werden.

Bei einigen Verſuchen läſst man dasjenige Gewicht, welches mitten vor der Säule hängt, und welches allezeit das ſinkende iſt, bis auf das Fuſsbrett *AB*, (Fig. 1 und 2,) herabſinken; bei andern ſoll es nur bis zu einer beſtimmten Tiefe, (z. B. 16 oder 25 Zoll,) ſinken. Hierzu ſind *Unterlagen* nöthig, die man an jeder Stelle der Säule befeſtigen kann. Eine dieſer Unterlagen iſt Fig. 2 bei *u*, *x*, *y* abgebildet. *uu* iſt eine Platte von Meſſing, ſo lang und breit, als vorn die Säule breit iſt, (*FF*, Fig. 1.) Von *u* bis *v* iſt ſie rechtwinklig umgebogen. An dieſer Umbiegung iſt in der Mitte ein anderes Stück Meſſing *w* befeſtigt, welches ſich an die rechte Seite der Säule anſchmiegt, und hinten bei *xy* von neuem umgebogen iſt, ſo daſs das Stück *xy* an der Rückſeite der Säule anliegt. *xy* iſt federhart geſchlagen und an beiden Enden ein wenig gegen die Säule gebogen; daher klemmt es ſich ſcharf an dieſelbe an, und hält die ganze Unterlage, wo ſie ſtehen ſoll, feſt.

Solcher Unterlagen muſs man drei haben: 1. Die erſte iſt ganz, wie wir ſie eben beſchrieben haben; ſie heiſst *die undurchbrochne Unterlage.* 2. Die zweite iſt eben ſo, nur iſt in der Platte ein rundes Loch von $2\frac{1}{2}$ Zoll Durchmeſſer geſchnitten; die 14te Figur ſtellt eine ſolche *durchbrochne Unterlage* von oben geſehen vor, in Anſehung deren nur noch zu bemerken iſt, daſs das Centrum des Lochs von der Säule gerade ſo weit entfernt ſeyn muſs, als der Schnurlauf der Rolle von der Säule abſteht. 3. Die dritte iſt völlig wie die erſte, nur fehlt die zum Anklemmen erforderliche Feder xy; dieſe *freie Unterlage* wird nämlich nicht an der Säule befeſtigt, ſondern bloſs mit der Hand an dieſelbe gehalten. Sie iſt beſtimmt, das Gewicht, welches ſinken ſoll, leicht und ſicher auf Null der Scale zu ſtellen. Zu dem Ende iſt an der Säule bei Z, Fig. 1 und 2, ein Stift befeſtigt, in ſolcher Höhe, daſs, wenn man die freie Unterlage daran hält, die auf der Platte anliegenden Gewichte mit ihrer unterſten Fläche gerade auf Null ſtehen.

Die Gewichte. Ueber die Rolle geht, wie ſchon gedacht worden, eine Schnur, (von ſo genannter Granatſeide,) und an jedem Ende derſelben hängt eine kleine horizontale Scheibe von Meſſing OP, Fig. 3, in deren Mitte ſenkrecht ein drei bis vier Zoll langer Draht in die Höhe ſteht, der ſich oben in ein Häkchen endigt, das in eine Schlinge der Schnur eingehängt wird. Dieſe Scheiben, die wir, um ſie beſtimmt unterſcheiden zu können, *Patellen*

nennen wollen, dienen, die Gewichte zu tragen. In Anſehung der Gröſse dieſer Patellen bemerke ich noch, daſs es vortheilhaft iſt, ſie ſo einzurichten, daſs das Gewicht derſelben nebſt dem Gewichte der Rolle und der Schnur eine runde Zahl ausmache; an meiner Maſchine wiegen dieſe Stücke zuſammen gerade 1000 Gran Nürnberg. Medicinalgewicht. Die Gewichte ſelbſt beſtehen aus runden Scheiben von etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmeſſer, die an der einen Seite einen bis zum Mittelpunkte gehenden Einſchnitt haben, (man ſ. Fig. 7,) vermittelſt deſſen ſie auf die Patelle geſchoben werden können. Ich habe für die Maſchine folgende Gewichte verfertigen laſſen: 10 Stück von 1000 Gran; 10 Stück von 100 Gran; 10 Stück von 10 Gran, alle von Meſſing; dann Stücke von 9, 8, 7 bis 1 Gran von Papier, die, um ungefähr gleichen Umfang zu erhalten, aus 9-, 8-, 7- bis 1fachem Papiere gemacht ſind. Auſser dieſen runden Gewichten habe ich noch folgende in der Geſtalt von 3 Zoll langen Stäbchen: Stücke von 1, 2, 3 bis 9 Gran aus Papier; Stücke von 10, 20, 30 bis 100 Gran aus Meſſing; endlich noch zwei beſondere Gewichte, jedes von 48 Gran für die Beſchleunigung, das eine rund, das andere als Stäbchen. Wer die möglichſte Sparſamkeit beobachten will, kann viel kürzer fertig werden. Er braucht zwei runde gleiche Gewichte von Blei, die oben mit einem etwas langen Drahthäkchen verſehen, und ſo ſchwer ſind, daſs ſie nebſt Rolle und Schnur

zuſammen 9000 Gran wiegen; ferner, wie oben, zwei Gewichte von 48 Gran für die Beſchleunigung; endlich mehrere kleine Gewichte von Karten, von der Geſtalt der runden meſſingenen nach Fig. 7, von beliebigem gleichen oder ungleichen Gewichte. Dieſe letztern ſind bloſs beſtimmt, zu dem Gewichte, welches die Beſchleunigung bewirkt, hinzugelegt zu werden, und die Friction und andere kleine Hinderniſſe der Bewegung zu überwältigen, wie unten in dem Abſatze von der vorläufigen Stellung der Maſchine gezeigt werden wird.

Das Pendel. Zur Abmeſſung der Zeit kann ein bloſses Sekundenpendel dienen, ſobald es nur ſo eingerichtet iſt, daſs es *hörbar* ſchlägt.

Wird bei dieſem Pendel nichts weiter beabſichtigt, als der Gebrauch bei der Fallmaſchine, ſo kann es mit geringen Koſten eine ganz ähnliche Einrichtung als ein gemeines Uhrpendel, das an einer Uhrfeder aufgehängt iſt, erhalten, nur wird oben am höchſten Ende der Uhrfeder eine unterwärts, (wie bei einer Wage,) zugeſpitzte Achſe befeſtigt, welche auf Pfannen ruht, daſs ſich das Pendel mit ſehr wenig Friction bewegt. Ein ſo vorgerichtetes Pendel bewegt ſich, wenn es einmahl um einen Bogen von 10 bis 15 Grad aufgehoben wird, mehrere Stunden hinter einander fort. Seine Schläge laſſen ſich dadurch hörbar machen, daſs man die Uhrfeder zwiſchen den Armen einer engen Gabel vibriren läſst, ſo daſs es bei jedem Schwunge anſchlagen muſs. Dies verkürzt zwar die Bewegung des Pen-

dels gar sehr; aber sie dauert immer noch weit länger, als es je zu einem Versuche mit der Fallmaschine erforderlich ist.

Bei meiner Maschine ist die Einrichtung anders, weil ich beabsichtete, das Gestell der Maschine auch zu allen über das Pendel nöthigen Versuchen zu brauchen.

Die Stange ist von Stahl, vierkantig, 48 Zoll lang, $\frac{1}{4}$ Zoll breit und $\frac{1}{16}$ Zoll dick. Der Aufhängepunkt ist 7 Zoll unter dem obern Ende. An dieser Stelle geht eine unterwärts zugeschärfte Achse, die auf polirten Pfannen ruht, durch die Stange. Die Linse, welche etwa 12 Pfund schwer ist, ist in *horizontaler* Lage an der Stange befestigt, und besteht eigentlich aus zwei auf einander liegenden halben Linsen, wovon jede für sich an der Stange auf- und abgeschoben und vermittelst einer Stellschraube an jeder Stelle befestigt werden kann. Um beide, wie sie auf einander liegen, genau an der Stelle erhalten zu können, wo sie sich befinden müssen, wenn das Pendel Sekunden schlagen soll, befindet sich unter ihnen noch eine messingene Hülse an der Stange, die verschoben und an jeder Stelle durch eine Stellschraube befestigt werden kann. Das Messing, woraus diese Hülse besteht, ist auf der vordern Seite, (wo die Stellschraube nicht ist,) ziemlich dick und ist hier von unten nach oben in lothrechter Richtung durchbohrt. Durch dieses Loch geht eine Schraube mit sehr feinem Gewinde, welches unten ohne Flügel oder Knopf blos viereckig ist, damit

ſie vermittelſt eines Schlüſſels geſtellt, und dann nicht leicht wieder verrückt werden kann. Iſt die Hülſe und ihre Schraube einmahl genau geſtellt, ſo kann man die beiden Linſen einzeln oder zugleich, zum Behufe anderer Verſuche, verſchieben, und wenn man ſie wieder bis auf die Hülſe herabſinken läſst, ſo wird das Pendel immer wieder richtige Sekunden ſchlagen. Vom Aufhängepunkte an iſt die Pendelſtange an der vordern Seite von oben nach unten in Zolle und Zehntel getheilt. Man wird übrigens leicht wahrnehmen, daſs dieſe Einrichtung den Zweck hat, Verſuche über die Theorie des *zuſammengeſetzten Pendels* anzuſtellen.

Ein Haupttheil an dieſem Pendel ſind die *Schlaghämmer*, durch welche ſeine Schläge hörbar werden. Da ich glaube, daſs alles Bisherige auch ohne Figur verſtändlich ſey, ſo habe ich bloſs dieſen Theil des Pendels in den Figuren 8, 9, 10 abgebildet. Fig. 8 ſtellt den obern Theil des Pendels von der Seite geſehen, aber ohne die Schlaghämmer vor. Fig. 9 ſtellt eben den Theil von vorne geſehen mit den Schlaghämmern vor. Die Geſtalt dieſes Theils des Pendels ergiebt ſich ſehr deutlich aus Vergleichung beider Figuren, und ich bemerke bloſs, daſs der Stahl in der Vertiefung *l*, Fig. 8, zugeſchärft iſt, damit die Schlaghämmer, die hier aufgehängt werden, keine merkliche Friction leiden. *Q* iſt in beiden Figuren die unterwärts zugeſchärfte Achſe, auf welcher ſich das Pendel bewegt. Die Geſtalt der Schallhämmer *R* und *R*, Fig. 9, iſt

aus der Figur deutlich. Sie ſind aus Stahl gemacht und federn alſo. Durch eine Klammer von Meſſing *TT*, Fig. 9 und 10, werden ſie in der gehörigen Entfernung zuſammengehalten; die 10te Figur ſtellt die Geſtalt der Klammer von oben herunter geſehen vor. Ihre Haken bei *TT*, womit ſie die Arme der Schlaghämmer faſst, ſind federhart und ſo enge, daſs ſie ſich nur mit Mühe verſchieben laſſen. Man ſieht leicht, daſs durch das Auf- und Niederſchieben dieſer Klammer die Hämmer *RR* von einander entfernt oder einander genähert werden können.

Der Künſtler hat bei der Verfertigung dieſer Schallhämmer folgendes zu beobachten: Beide Hämmer müſſen einander möglichſt gleich ſeyn. Sind ſie bis auf die Politur fertig, ſo hängt er ſie auf das Pendel, und beobachtet, ob beide Hämmer genau gleich weit von der Stange abſtehen. Dies kann er *theils* unmittelbar mit dem Auge beobachten, noch genauer aber kann er es bemerken, wenn er das Pendel ſchlagen läſst; gehn die Schläge hinkend, wie an einer Uhr, die ſchief hängt, ſo iſt der Hammer, welcher zu früh ſchlägt, zu nahe an der Stange; er muſs daher von dieſem Hammer ſo viel abfeilen oder abſchleifen, bis die Schläge völlig gleichzeitig werden. Die Klammer muſs ſo weit herunter gerückt werden, daſs die Hämmer ſehr nahe an der Stange ſtehen; denn ſtehen ſie weit ab, ſo ſchlagen ſie bloſs bei weiten Schwingungen. Man muſs

ſie ſo nahe bringen, daſs ſie ſchon bei Schwingungen von ein Paar Graden hörbar ſchlagen.

Zur *Aufhängung des Pendels* iſt am beſten, ein beſonderes Geſtell, etwa von ähnlicher Geſtalt als das Geſtell der Fallmaſchine, (Fig. 1 und 2,) nur kleiner, verfertigen zu laſſen. Es iſt hinlänglich, wenn die Säule vom Fuſsbrette an gerechnet 44 Zoll hoch iſt. Aber man muſs bei dieſem Geſtelle ſehr für Feſtigkeit ſorgen, weil die Schwankungen eines ſchweren Pendels das feſteſte Geſtell erſchüttern. An dieſem Geſtelle wird das Pendel vermittelſt einer kleinen Vorrichtung, welche in der 11ten Figur vorgeſtellt iſt, aufgehängt. *mnop* iſt ein Stück ſtarken Meſſingblechs, welches zweimahl bei *n* und *o* rechtwinklig gebogen iſt. Es kann auf der Seite *no* ein Paar Zoll breit, bei *m* und *p* aber ſchmäler ſeyn. Was man in der Figur ſieht, iſt nur die von oben geſehene Dicke des Blechs. *qr* iſt ein Stäbchen zwiſchen den beiden Platten *mn* und *po*, um das Ganze beſſer zu ſteifen. *stuv* iſt ein kleiner Rahmen von Meſſing, der ſich um die beiden Stifte *w* und *x* wie um eine Achſe drehen läſst. Bei *y* und *z* ſind die ſtählernen polirten Pfannen befeſtigt, auf welchen die zugeſchärfte Achſe des Pendels, (*QQ*, Fig. 8 und 9,) zu liegen kommt. Die ganze beſchriebene Vorrichtung wird oben an der Säule des Pendelgeſtelles befeſtigt, vermittelſt zweier oder dreier Holzſchrauben, welche durch die Platte *no* in die Säule des Geſtells gehen. Was

die Figur zeigt, mufs bei dieſer Befeſtigung horizontal zu liegen kommen. Dieſe Vorrichtung hat den Vortheil, dafs ſich das Pendel von ſelbſt ſenkrecht ſtellt. Sieben Zoll unter dem Aufhängepunkte des Pendels iſt ein Gradbogen angebracht, der von der Mitte aus auf jeder Seite 30 ganze Grade enthält. Sein Centrum mufs begreiflich im Aufhängepunkte liegen, und der Bogen ſo weit hervorgerückt werden, dafs die Pendelſtange, ohne ihn zu berühren, dicht vor demſelben ihre Schwingungen macht. Man ſieht leicht, dafs dieſer Bogen beſtimmt iſt, den Winkel der Vibrationen meſſen zu können.

Uebrige Geräthſchaft zu den Pendelverſuchen. Um mit dem Geſtelle der Atwoodiſchen Maſchine alle übrigen zur Theorie vom Pendel nöthigen Verſuche machen zu können, mufs die Geräthſchaft noch ein Paar kleine, Fig. 12 und 13 abgebildete, Zuſätze erhalten. *mp*, Fig. 12, iſt ein zwei Fufs langer Winkelhaken, der vermittelſt der Zwinge *qs* an dem Geſtelle ſo befeſtigt wird, dafs die untere Kante des Winkelhakens auf Null-Zoll der Scale, übrigens die in der Figur ſichtbare Fläche des Winkelhakens gerade auf der Mitte der Säule zu ſtehen kommt. Von dieſem Arme hängen zwei Pendel *r*, *r* herunter, jedes an zwei Fäden. Der Körper beſteht aus einem bleiernen Doppelkegel. Die bei *m*, *n* und *p* befeſtigten Fäden kommen aus kleinen Löchern hervor, welche durch befeſtigte

kleine Meſſingbleche gebohrt ſind; über dieſen befinden ſich bei *t*, *u*, *v*, *w* kleine Wirbel, durch welche die Pendel verlängert und verkürzt werden können. — *xy*, Fig. 13, iſt ein zweiter, nur 1½ Fuſs langer, leichter und dünner gearbeiteter Winkelhaken, der nicht durch eine Zwingſchraube, ſondern bloſs durch eine Klemme *ZZ*, (wie oben die durchbrochne und undurchbrochne Unterlage,) an der Säule befeſtigt wird, und ſich auf- und abſchieben läſst. Er dient, die Länge der Pendel zu meſſen, und wird abgenommen, ſobald ein Pendel ſeine beſtimmte Länge hat. Es iſt aber die Länge von der untern Fläche des obern Winkelhakens bis zu der ſcharfen Kante, welche die gemeinſchaftliche Grundfläche der beiden Kegel begrenzt, zu rechnen.

Mit dieſer Geräthſchaft, in Verbindung mit dem oben beſchriebenen Sekundenpendel, laſſen ſich, wie leicht einzuſehen, alle zur Theorie des Pendels gehörige Verſuche anſtellen, ſo daſs man faſt alles, was zu den Experimenten über die Schwere gehört, in der ganzen hier beſchriebenen Geräthſchaft beiſammen hat.

Ich bemerke noch, daſs die Scale, ſo wie ſie in Fig. 1 gezeichnet iſt, zugleich als Maaſsſtab für die Figuren 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 12 und 13 anzuſehen iſt; zu Fig. 8, 9, 10 hingegen ſind die Zolle in Fig. 9 der Maaſsſtab.

Ge-

Gebrauch der Fallmaſchine.

Vorläufige Stellung der Maſchine.

Um die Säule ſenkrecht zu ſtellen, ſetzt man die durchbrochne Unterlage ſo tief als möglich an dieſelbe an, legt die Schnur mit den Patellen um die Rolle, legt gleiche Gewichte auf, und zieht das vor der Säule hängende Gewicht bis zur Unterlage herab; dann ſchraubt man die Stellſchrauben des Fuſsbrettes ſo lange, bis das Gewicht gerade in dem Loche der durchbrochnen Unterlage ſchwebt.

Hierauf iſt durch einen Verſuch die Gröſse des aufzulegenden Uebergewichts zu beſtimmen. Die Gröſse des Uebergewichts hängt ab: 1. von der geſammten Maſſe, die durch ſie bewegt werden ſoll, und die bei meiner Maſchine in der Regel 9000 Gr. beträgt, indem ich gewöhnlich 4000 Gran auf jede Patelle auflege, die Patellen ſelbſt aber nebſt Schnur und Rolle zuſammen 1000 Gran rechne. *)

*) Jede Patelle wiegt 112 Gr., die Schnur 6 Gr., und die Rolle 771 Gr. Daſs die Rolle mit zur bewegten Maſſe gerechnet werden müſſe, iſt leicht einzuſehen, weil ſie, während das Gewicht ſinkt, ſelbſt eine beſchleunigte Bewegung erhält. Da aber die Theile der Rolle, nach Verſchiedenheit ihrer Entfernung von der Achſe, mit verſchiedner Geſchwindigkeit umlaufen, ſo iſt es, genau genommen, nicht das Gewicht der Rolle, ſondern ihr auf den Halbmeſſer des Schnurlaufs reducirtes Moment der Trägheit, was in Rechnung gebracht werden muſs. Man ſieht leicht, daſs dieſes Moment alle-

2. Von der Gröſse der Beſchleunigung, mit welcher die Bewegung geſchehen ſoll. Zu den Verſuchen iſt es die bequemſte Beſchleunigung, wenn das Gewicht in der erſten Sekunde um 1 Zoll ſinkt. Da nun die *freie Beſchleunigung* der Schwere, (d. i., die Höhe des freien Falls in der erſten Sekunde,) $15\frac{5}{8}$ Fuſs oder $187\frac{1}{2}$ Zoll beträgt, ſo wird eine Maſſe von 9000 Gran zur Beſchleunigung von 1 Zoll ein Uebergewicht von $\frac{9000}{187,5} = 48$ Gran erfordern. *)

3. Von den vorhandenen Hinderniſſen der Bewegung, für deren Ueberwältigung auſser den gedachten 48 Gran noch ein beſonderes kleines Uebergezeit kleiner ſeyn werde, als das Gewicht der Rolle, weil faſt alle Punkte der Rolle langſamer umlaufen, als die im Schnurlaufe liegenden. Iſt indeſſen die Rolle ſo gearbeitet, wie wir ſie oben angegeben haben, ſo iſt der Unterſchied nicht groſs. Bei meiner Rolle iſt das abſolute Gewicht 771 Gran, das Moment der Trägheit hingegen, auf den Halbmeſſer des Schnurlaufs gebracht, beträgt nach einer ſorgfältigen Meſſung und Berechnung 707 Gran; alſo 64 Gran weniger. Wir werden aber bei Berechnung des beſchleunigenden Gewichts ſehen, daſs ein Fehler von 64 Gran in der bewegten Maſſe, noch keinen Fehler von $\frac{1}{2}$ Gran in der Beſtimmung des beſchleunigenden Gewichts hervorbringen könne, (m. ſ. die folg. Anm.) *F.*

*) Alſo könnte die bewegte Maſſe, (9000 Gr.,) um $187\frac{1}{2}$ Gran falſch ſeyn, ehe daraus ein Fehler von 1 Gr. im Beſchleunigungsgewichte entſtünde. *F.*

wicht angebracht werden mufs. Diefe Hinderniffe beftehen theils in dem Widerftande, welchen die bewegten Gewichte und die Rolle felbft von der Luft leiden, theils in der Reibung, welche die Achfe der Rolle leidet; auch ift noch die zwar geringe Steifigkeit der Schnur und ihre Einklemmung in dem Schnurlaufe dahin zu rechnen. Es würde fo gut als unmöglich feyn, die Gröfse diefer Hinderniffe aus theoretifchen Gründen ficher zu beftimmen; dagegen ift es leicht, fie an der Mafchine felbft durch einen Verfuch zu finden. Und diefer Verfuch mufs jederzeit, fo oft man die Mafchine brauchen will, vorläufig angeftellt werden, weil der Unterfchied nach Umftänden der Witterung um einige Gran veränderlich ift. Bei meiner Mafchine find 18 bis 24 Gran erforderlich.

Der Verfuch felbft ift leicht, und befteht in Folgendem: Nachdem die Mafchine fenkrecht geftellt, und das Sekundenpendel in Bewegung gefetzt ift, bringt man das Gewicht, welches finken foll, vermittelft der freien Unterlage auf Null, und befchwert es 1. mit dem Befchleunigungsgewichte, 2. mit ungefähr fo viel, als zur Ueberwindung der Hinderniffe nöthig feyn möchte. Dann läfst man das Gewicht genau mit einem Pendelfchlage finken, welches durch einen fchwachen Schlag gegen die Hemmung gefchieht. Hat nun das Uebergewicht feine richtige Gröfse, fo mufs das finkende Gewicht genau mit dem achten Pendelfchlage, (den erften für Null gezählt,) auf das Fufsbrett auffchla-

gen. Kommt es zu früh, ſo muſs man ein oder ein Paar Gran abnehmen; kommt es zu ſpät, ſo muſs man zulegen. Ereignet ſich der Fall, daſs es bei einem gewiſſen Gewichte zu ſpät, ſobald man aber einen Gran zulegt, zu früh kommt, ſo kann man die Achſe der Rolle vermittelſt derjenigen Schraube, in welcher ſich die eine Pfanne befindet, entweder ein klein wenig ſchärfer ſpannen oder nachlaſſen, und dadurch die Friction etwas vermehren oder vermindern. Man findet durch dieſen Verſuch ſehr ſchnell, wie groſs das erforderliche Uebergewicht ſeyn muſs, und ſobald die Maſchine auf dieſe Art vorbereitet iſt, können die übrigen Verſuche ſehr ſchnell und mit aller erforderlichen Präciſion gemacht werden. *)

Ich komme nun auf diejenigen *Verſuche*, um deren willen die Maſchine erfunden iſt.

Die Geſetze einer gleichförmig beſchleunigten

*) Wir haben oben bei der Berechnung der bewegten Maſſe dieſes Uebergewicht nicht mit in Anſchlag gebracht, ob es gleich eigentlich dazu gehört. Dies iſt abſichtlich geſchehen. Denn da wir oben die bewegte Maſſe ungefähr 64 Gran zu groſs angenommen haben, (Anm. S. 18,) ſo verkleinern wir ſie wieder um 70 Gran, wenn wir das Uebergewicht aus der Rechnung weglaſſen. Dieſe beiden Fehler heben ſich alſo faſt gänzlich, und man thut wohl, in jedem andern Falle auch das Uebergewicht bei der bewegten Maſſe nicht in Rechnung zu bringen. *F.*

Bewegung laſſen ſich bekanntlich auf folgende zwei zurückbringen.

1. Die Wege, welche der Körper, vom erſten Augenblicke der Bewegung an gerechnet, zurücklegt, verhalten ſich wie die Quadrate der Zeiten.

2. Die Geſchwindigkeit, welche der Körper am Ende jedes Zeitraums hat, iſt dem Produkte aus der doppelten Fallhöhe der erſten Sekunde in die Zeit gleich.

Verſuch für 1. Um das erſte Geſetz anſchaulich zu machen, darf man nur das Gewicht mit dem durch Verſuch 1 ausgemittelten Uebergewichte ſinken laſſen. Die Bewegung iſt langſam genug, um zu ſehen, daſs ſich der Körper an dem Ende der 1ſten, 2ten, 3ten etc. bis 8ten Sekunde, reſpective bei 1, 4, 9 etc. bis 64 Zoll befinde. Genauer zeigt ſich das Geſetz, wenn man die undurchbrochne Unterlage an einem dieſer Punkte, z. B. bei 36 Zoll, anſetzt, wo dann das ſinkende Gewicht genau mit dem ſechsten Pendelſchlage aufſchlagen muſs.

Verſuch für 2. Um zu zeigen, daſs das ſinkende Gewicht am Ende jeder Sekunde in der That die geſetzmäſsige Geſchwindigkeit habe, hat Atwood folgenden in der That ſinnreichen Verſuch angegeben. Das beſchleunigende Gewicht, welches bei dem vorigen Verſuche ein rundes war, wird in Geſtalt eines langen Stäbchens aufgelegt. Will man nun z. B. zeigen, daſs das Gewicht am Ende der 5ten Sekunde eine Geſchwindigkeit von 10 Zoll habe, ſo experimentirt man auf folgende Art:

Das Gewicht, welches ſinken ſoll, wird auf Null gebracht, gehemmt, und das Beſchleunigungsgewicht aufgelegt. Bei 25 Zoll wird die durchbrochne Unterlage befeſtigt, und zwar eigentlich ſo viel über 25 Zoll, als die Höhe des ſinkenden Gewichts austrägt, damit die Grundfläche dieſes Gewichts in dem Augenblicke, da das oben aufgelegte Beſchleunigungsgewicht die durchbrochne Unterlage berührt, genau bei 25 Zoll ſey. Zehn Zoll tiefer, alſo bei 35 Zoll, ſetzt man die undurchbrochne Unterlage an, und läſt das Gewicht genau mit einem Pendelſchlage ſinken, ſo wird mit dem 5ten Pendelſchlage das Beſchleunigungsgewicht durch die durchbrochne Unterlage abgehoben, und das Gewicht ſetzt nun ſeine Bewegung gleichförmig fort, und erreicht mit dem 6ten Pendelſchlage die undurchbrochne Unterlage.

Wie vielerlei Abänderungen mit beiden Verſuchen ohne allen Zeitverluſt gemacht werden können, bedarf keiner Erinnerung.

Aber dies muſs ich noch bemerken, daſs die Maſchine nicht bloſs als verſinnlichendes, ſondern für den Theoretiker auch als unterſuchendes Werkzeug dienen kann. Wüſste man nämlich die Höhe des freien Falles nicht ſehr genau aus den Pendelverſuchen, ſo würde man ſie durch dieſe Maſchine finden können. Man müſste zu dem Ende nach Art des 2ten Verſuches experimentiren, nur mit der Abänderung, daſs man das Beſchleunigungsgewicht, welches oben zu 48 Gran beſtimmt war,

erſt auszumitteln ſuchte. Man müſste daher nach und nach 20, 30, 40, 50 Gran u. ſ. w. abheben laſſen, und jedes Mahl verſuchen, ob die Geſchwindigkeit, welche das Gewicht nach dem Abheben hat, die richtige ſey. Bei der angenommenen Gröſse der Maſchine wählt man zu dieſem Verſuche die Geſchwindigkeit, welche das ſinkende Gewicht am Ende der ſechsten Sekunde hat, und mit der es in den zwei folgenden Sekunden bis 60 Zoll ſinkt. Vor der ſechsten Sekunde iſt die Geſchwindigkeit noch zu ſchwach, und wird durch kleine Irregularitäten im Widerſtande leicht geſtört; nach der ſechsten Sekunde aber kann man, wenn die Scale nur 64 Zoll lang iſt, das Gewicht nach Aufhebung der Beſchleunigung nur eine einzige Sekunde lang gleichförmig ſinken laſſen. Durch eine Reihe ſolcher Verſuche würde man finden, was wir oben vorausſetzten, daſs ungefähr 48 Gr. abgehoben werden müſsten. Hätte man dieſes gefunden, ſo würde der Quotient $\frac{9000}{48} = 187{,}5$ die Höhe des freien Falles für die erſte Sekunde in Zollen beſtimmen. Dieſe Methode würde zwar dieſe Fallhöhe nicht ſehr genau geben, weil ein Fehler von einem Gran die geſuchte Fallhöhe ungefähr um $\frac{1}{48}$, (alſo ungefähr um 4 Zoll,) falſch macht; wiederhohlte man aber den Verſuch mit allerlei Abänderungen ſehr oft, ſo würde das Mittel aus allen Reſultaten doch das Geſuchte mit hinlänglicher Genauigkeit geben. Man wird vielleicht ſagen, daſs dieſes Verfahren überflüſſig ſey, da wir aus der Länge des Se-

kundenpendels das Gesuchte leichter und genauer haben können. Allein man weiss theils, dass es nichts weniger als leicht ist, die Länge des einfachen Sekundenpendels genau auszumitteln, theils, dass die Theorie des Pendels nicht ohne höhere Mathematik vorgetragen werden kann, und der Anfänger daher alle Schlüsse, die auf diese Theorie gegründet sind, fast blos auf Treue und Glauben annehmen muss. Daher kann man gewiss einer Methode, die freie Fallhöhe der ersten Sekunde, die für die ganze Mechanik so wichtig ist, auf einem Wege zu finden, wo man nichts als die ersten Gründe des Rechnens zu wissen nöthig hat, ihren Werth nicht absprechen.

Was die Abweichung meiner Maschine von der Atwoodischen betrifft, so besteht sie in Folgendem:

1. Atwood's Rolle läuft nicht auf Spitzen, sondern ihre Achse ruht auf so genannten Frictionsrädchen, die ich für eine Erfindung unsers Landsmannes Sturm halte. Diese Maschinerie macht die Ausarbeitung der Maschine um sehr vieles schwerer und kostbarer, und macht die Berechnung der bewegten Masse viel zusammengesetzter, ohne dass für das Wesentliche der Versuche das geringste gewonnen wird; denn bei dem Experimentiren entsteht zwischen beiden Einrichtungen nur der Unterschied, dass das Gewicht, welches selbst bei der Atwoodischen Einrichtung wegen der Friction auf-

gelegt werden muſs, etwas kleiner iſt, als bei meiner Einrichtung. Hat indeſſen nur dieſes Gewicht ſeine richtige Gröſse, ſo erfolgen die Verſuche mit gleicher Präciſion, dieſes Gewicht ſey etwas gröſser oder kleiner.

2. An der Atwoodiſchen Maſchine befindet ſich zur Abmeſſung der Sekunden ein vollſtändiges Uhrwerk, mit einem Zifferblatte, und einer Glocke, die bei jedem Pendelſchlage angeſchlagen wird. Ein bloſses Pendel von der einfachſten Art, ſobald es nur hörbar ſchlägt, leiſtet offenbar alles, was man bei dieſen Verſuchen fordern kann.

3. An der Atwoodiſchen Maſchine iſt keine Hemmung angebracht, auch wird das Gewicht, welches ſinken ſoll, bloſs nach dem Augenmaaſse auf den Nullpunkt gebracht und vermittelſt einer mit der Hand untergehaltenen Platte darauf feſt gehalten, bis man es bei einem Pendelſchlage ſinken läſst. Dieſe ganze Einrichtung macht dem Experimentator oft den Mangel einer dritten Hand fühlbar.

4. Auch gehören noch zu den getroffenen Abänderungen die Geſtalt und Einrichtung der Gewichte. Die Atwoodiſchen haben in der Mitte ein Loch, womit ſie auf den Draht der Patellen geſteckt werden, welches das Wechſeln der Gewichte umſtändlich macht. Auch habe ich mehrere, ſowohl runde als lange Gewichte machen laſſen, um die Verſuche mehr abändern zu können.

II.

GALVANISCHE VERSUCHE

und Beobachtungen, die Leitung des Galvaniſch-electriſchen Fluidums betreffend; angeſtellt mit einer Voltaiſchen Säule aus 70 zweizölligen Metallplatten-Paaren von Kupfer und Zink,

von

F. H. Basse

in Hameln.

1. *Leitung durch Metalldrähte.*

Verſuch 1. Ich ſpannte im Freien zwei Eiſendrähte, deren jeder 100 Fuſs lang war, in gerader Linie ſo neben einander aus, daſs jeder für ſich völlig iſolirt war. Darauf verband ich den einen Draht mit dem Plus- und den andern mit dem Minuspole der Säule. Schloſs ich nun die beiden andern Endſpitzen der Drähte durch eine gut ausgeglühte Holzkohle, oder durch ein geſchlagenes Goldblättchen, ſo zeigten ſich im Augenblicke der Berührung lebhafte Funken. Geſchah die Schlieſsung der Drähte durch Waſſer,*) ſo entband ſich an dem

*) Zu dieſer Vorrichtung wählte ich einen Glascylinder von einem Fuſs Länge und etwa einem Zoll im Durchmeſſer. Er war mit Salzwaſſer

Minusdrahte häufiges Gas in kleinen Bläschen, und die Endſpitze des Pluspols wurde ſtark oxydirt. Nahm ich den einen Draht in den Mund und berührte mit naſſen Fingern den andern, ſo empfand ich Erſchütterungen in der Zunge und in den Fingerſpitzen, bekam einen ſauren metalliſchen Geſchmack und ſah helle Blitze vor beiden Augen. Es ereigneten ſich alſo in einer Entfernung von 100 Fuſs an den mit der Voltaiſchen Säule verbundenen Metall-Leitungen alle Erſcheinungen, die man an der Säule in ihrer Nähe wahrnimmt.

Verſuch 2. Ich vermehrte die Länge eines jeden Drahtes bis auf 2000 Fuſs, ſpannte beide Drähte iſolirt neben einander aus und wiederhohlte die vorigen Verſuche: die Erſcheinungen blieben ſich alle gleich.

Verſuch 3. Ich verdoppelte noch einmahl die Länge beider Drähte, ſo daſs jeder 4000 Fuſs lang war. Es ergaben ſich aufs neue die nämlichen Erſcheinungen und in eben der Stärke wie zuvor. Faſt ſchien es mir, als wenn die Stärke der Galvaniſchen Electricität dadurch eher zu- als abgenommen habe.

Da dieſe Verſuche ſo ſehr günſtig ausfielen, daſs ich vollkommen überzeugt bin, daſs, bei übrigens

gefüllt und an beiden Enden mit Kork verſtopft. Durch jeden Kork ging ein Silberdraht, deren Endſpitzen im Innern des Glaſes 2 Zoll von einander waren. Dieſe Vorrichtung will ich bei den folgenden Verſuchen der Kürze wegen den *Gasentbindungsapparat* nennen. *B.*

gleichen Umſtänden, eine Voltaiſche Säule auch in einer Entfernung von mehrern Meilen die nämlichen Phänomene zeigen werde; ſo ſtellte ich dieſe Reihe von Verſuchen für jetzt ein und nahm dagegen eine andere weit wichtigere auf. Ich wünſchte nämlich zu erfahren, in wie weit das Galvaniſche Fluidum ſich durch Seen, Flüſſe und den Erdboden fortleiten laſſe, und in dieſer Abſicht veranſtaltete ich die folgenden Verſuche, wobei ich alle meine Erwartungen bei weitem übertroffen fand.

2. *Leitung durch Seen, Flüſſe und den Erdboden.*

Verſuch 4. Es war in der Mitte des Januars dieſes Jahres, als hier alle ſtehenden Waſſer und Flüſſe mit ſtarkem Eiſe belegt waren. Zu den erſten Verſuchen wählte ich den hieſigen Stadtgraben, worin das Waſſer faſt ſtillſtehend iſt, zu den übrigen den Weſerſtrom. Ich begab mich mit der Voltaiſchen Säule und allem Apparate, den ich brauchte, auf den Stadtgraben, öffnete das Waſſer an zwei verſchiedenen Stellen, die 500 Fuſs von einander entfernt waren, ſtellte meine Voltaiſche Säule neben die eine Oeffnung im Eiſe, und lieſs den Draht vom Minuspole derſelben einen Fuſs tief unter das Eis hinabgehn. Darauf befeſtigte ich an dem Pluspole einen Eiſendraht, der 500 Fuſs lang war und bis an die zweite Oeffnung im Eiſe reichte. Um ihn iſolirt zu erhalten, und zu verhindern, daſs er ſich bei ſeiner Länge nicht auf das Eis hinabſenkte,

hatte ich hin und wieder ein Loch in das Eis gebohrt und tännene Stangen hineingesteckt, an welchen ich den Draht in 6 Fuſs Höhe festband. Ich ſtellte mich nun auf ein Iſolatorium mit Glasfüſsen, nahm die Endſpitze des Pluspoldrahts in den Mund, und berührte mit der Hand das Waſſer des Stadtgrabens, worauf ich augenblicklich Erſchütterungen in der Zunge und in den Fingerſpitzen, einen ſauren metalliſchen Geſchmack, und Blitze vor beiden Augen verſpürte. Ich befeſtigte hierauf den Pluspoldraht an einem kleinen Glasſtäbchen ſo, daſs die Endſpitze des Drahts einen Zoll lang frei war; ſetzte dann eine leere, trockne zinnerne Schale unmittelbar auf das Waſſer in der zweiten Oeffnung des Eiſes, legte einige ausgebrannte Kohlen darein, und berührte dieſe, indem ich den Glasſtab in die Hand nahm, mit der Endſpitze des Pluspoldrahts. Es zeigten ſich bei jedesmahliger Berührung kleine, aber ſehr ſichtbare Funken. Das Nämliche geſchah auch, wenn ich an die Spitze des Pluspoldrahts ein Goldblättchen klebte und mit dieſem die zinnerne Schale an einer trocknen Stelle berührte. Brachte ich die Silberdrähte des Gasentbindungsapparats mit dem Waſſer des Stadtgrabens und dem Plusdrathe der Voltaiſchen Säule in Verbindung, ſo entwickelte ſich am Silberdrahte, nach der Seite des Waſſers oder des Minuspols der Säule zu, Gas in häufigen kleinen Bläschen; ſie erfolgten aber erſt, nachdem die beiden Silberdrähte ſchon eine volle Minute mit beiden Polen der Säule in Verbindung

gewesen waren. Am Plus-Silberdrahte bemerkte ich keine Gasentbindung, wohl aber oxydirte sich die Spitze desselben.

Versuch 5. Von hier begab ich mich mit meinen Instrumenten auf die Weser, um dort diese Versuche von neuem und vergrösert anzustellen. Einige Schritte vom Ufer öffnete ich das Eis, stellte meine Säule neben die Oeffnung und verband den Draht des Minuspols mit der Weser. An dem entgegengesetzten Ufer der Weser, in einer Entfernung von 500 Fuss vom Standorte der Säule, öffnete ich das Eis abermahls, zog einen isolirten Eisendraht von dem Pluspole der Säule quer über die Weser bis an diese Oeffnung, und wiederhohlte nun alle Versuche, die ich auf dem Stadtgraben angestellt hatte. Die Erscheinungen waren denen, die ich dort beobachtet hatte, vollkommen gleich.

Versuch 6. Ich trug nun meine Säule auf die Mitte der Weser, öffnete sie, und liefs den Minusdraht der Säule einen Zoll tief ins Wasser reichen. Dann befestigte ich an dem Pluspole einen Eisendraht, der 4000 Fuss lang war. Den Draht hatte ich auf einen Haspel gewickelt, mit dem ich den Fluss hinaufging. Von 50 zu 50 Fuss bohrte ich ein Loch in das Eis, und steckte eine hölzerne Stange hinein, woran ich dann den Draht festband, damit er sich nicht auf das Eis senkte. Am Ende des Drahtes, mithin in einer Entfernung von 4000 Fuss vom Standorte der Säule, machte ich eine Oeffnung ins Eis. Die vorhin beschriebenen Versuche

wurden hier von mir ſämmtlich und oft wiederhohlt. Meine Begleiter ſowohl als ich erſtaunten, als wir auch in dieſer Entfernung alle jene Phänomene wiederſahen und empfanden. Man erwäge nur, daſs ich gegen den Strom zu operirte, und man wird gleichfalls mit mir erſtaunen. Ich machte die Verſuche in allen möglichen Richtungen, fand aber keine Aenderung in den Reſultaten.

Jetzt, da die Weſer ganz vom Eiſe befreiet, aber vom Waſſer ſehr hoch angelaufen iſt, habe ich jene Verſuche im Kleinen und Groſsen zu mehrern Mahlen wiederhohlt und meine Wahrnehmungen aufs neue vollkommen beſtätigt gefunden. Funken und Commotionen waren bei den letzten Verſuchen gröſser, als bei den erſten. Ich leite dieſes von der höhern Temperatur der Atmoſphäre und des Waſſers ab. Bei jenen Verſuchen ſtand das Reaumuriſche Thermometer auf — 10°, bei dieſen aber auf + 10°. Vorzüglich merkwürdig iſt folgender Verſuch:

Verſuch 7. Mitten in der Weſer, nahe an der Stadt, liegt eine kleine Inſel, der *Werder* genannt, worauf ſich die Schleuſe zur Durchfahrt der Schiffe befindet. Die Weſer wird durch ſie in zwei Arme getheilt, die ſich unterhalb der Inſel wieder vereinigen. Sie iſt etwa 1500 Fuſs lang und 400 Fuſs breit. Auf dieſe Inſel lieſs ich meine Galvaniſchen Inſtrumente bringen, begab mich mit einigen Freunden dahin, und errichtete auf der Mitte derſelben, hart an dem einen Ufer, meine Voltaiſche Säule, deren Minusdraht wieder in die Weſer hin-

abgeleitet wurde. Der Plusdraht, der lang genug war, um über die Breite der Insel bis zum andern Arme der Weser zu reichen, wurde dann bis dahin ausgespannt und durch einige hölzerne Stangen von der Erde isolirt. Hier wiederhohlte ich nun die mehr beschriebenen Versuche und fand die Resultate mit den vorhergehenden genau übereinstimmend. Das Galvanisch-electrische Fluidum machte also hier einen Weg von mehr als 1500 Fuss, theils mit dem Strome, theils gegen denselben, weil es sich erst um die Spitze der Insel bewegen musste, ehe es an die Stelle kam, an der ich stand.

Versuch 8. Folgende Versuche wurden an 2 Brunnen angestellt, deren einen ich *A*, den andern *B* nennen will. Sie sind 200 Fuss von einander entfernt und beide 21 Fuss tief. Hart neben den Brunnen *A* stellte ich meine Voltaische Säule, befestigte an ihrem Minuspole einen 22 Fuss langen Eisendraht, dessen andres Ende mit einer 6 Loth schweren bleiernen Kugel versehn war, und senkte dasselbe durch Hülfe dieser Kugel in den Brunnen hinab. Jetzt begab ich mich zum Brunnen *B*, senkte auch hier durch Hülfe einer Kugel einen Eisendraht in das Wasser desselben, isolirte ausserhalb des Brunnens diesen Draht, und leitete ihn bis zum Brunnen *A*, wo die Voltaische Säule stand. Nun musste also durch den in das Wasser des Brunnens *A* gesenkten 22 Fuss langen Eisendraht, durch das Wasser dieses Brunnens selbst und durch die Erde, der Eisendraht, den ich aus dem Brunnen *B* nach *A* zurück-

rückgeleitet hatte, mit der negativen Seite der Säule in leitender Verbindung ſtehen, welches ich ausdrücklich erwähne, damit man mich nicht unrecht verſtehen möge. Ich ließs mir nun zwei zinnerne Schalen mit warmem Waſſer, worin einiges Kochſalz aufgelöſt war, geben, ſtellte beide auf ein Iſolatorium mit Glasfüſsen und dieſes neben die Voltaiſche Säule, und verband dann die eine Schale mit dem Pluspole der Säule, die andere mit dem Drahte des Brunnens *B*. Darauf benäſste ich beide Hände und legte in jede Schale eine Hand. So oft ich eine beider Hände aus dem Waſſer zog und ſie wieder in daſſelbe tauchte, empfand ich Commotionen; gerade ſo gelang der Verſuch den übrigen anweſenden Perſonen. Ich befeſtigte nun an dem Plusdrahte eine Holzkohle, legte ſie auf das Iſolatorium und berührte ſie mit der Endſpitze des Drahtes von dem Brunnen *B*. Bei jedesmahliger Berührung entſtanden kleine, aber ſehr helle Funken. Schloſs ich beide Drähte durch den Gasentbindungsapparat, ſo entband ſich an der Minusſeite nach Verlauf von einer bis zwei Minuten häufiges Gas. Daſſelbe bemerkte ich aber nicht an der Plusſeite.

Nun band ich den Draht des Brunnens *B* an den Pluspol der Säule, ging hinüber zu dieſem Brunnen, und zog das andere Ende des Drahts ſammt der Kugel aus demſelben. Sobald der Draht das Waſſer und die Erde nicht mehr berührte und ich ihn frei in der Hand hielt, empfand ich in derſelben ein beſtändiges Prickeln. Ich ſteckte daher eine Stange in die

Erde und befeſtigte den Draht an derſelben, ohne daſs er aber die Erde berühren konnte. Berührte ich nun denſelben mit naſſen Fingern, ſo erfolgten Commotionen. Geſchah die Berührung mit der Zunge, ſo war die Empfindung ſchmerzhaft und mit Blitzen vor beiden Augen begleitet. Man erwäge, daſs hier nur allein von dem Plusdrahte der Voltaiſchen Säule die Rede iſt und mein Körper nur durch die Erde mit dem Minuspole in Verbindung war. Bemerklich muſs ich indeſs machen, daſs es den Tag zuvor geregnet hatte, als ich dieſe Verſuche anſtellte. Die Erde war davon noch ſehr feucht und an mehrern Stellen ſtand Waſſer, dadurch wurden meine Schuhe feucht und dienten meinem Körper zur Leitung des Galvaniſchen Fluidums. Ich wechſelte hierauf mit den Polen und den Drähten der Säule. Die Erſcheinungen blieben ſich vollkommen gleich.

Verſuch 9. Zu den folgenden Verſuchen wählte ich eine groſse Wieſe, die gegen 3000 Fuſs lang und faſt eben ſo breit iſt. An ihrer einen Seite iſt ſie mit einem 12 Fuſs breiten Graben verſehen, der zur Zeit ganz mit Waſſer angefüllt war. Ich lieſs mir durch meinen Gehülfen mehrere lange tännene Stangen, (*Vietsbohnen - Stiefeln,*) bringen und ſteckte hart am Ufer des beſagten Grabens eine ſolche Stange in die Erde. Von dieſer Stange ab ging ich in gerader Linie über die Wieſe zu dem Gartenhauſe eines an die Wieſe grenzenden Gartens, und ſteckte unterweges immer von 50 zu 50

Fuſs eine Stange in die Erde. An der Pfoſte eines Fenſters im Hauſe befeſtigte ich einen Eiſendraht, und leitete ihn bis zu der letzten Stange, die am Graben ſtand. An dieſer befeſtigte ich ihn in 6 Fuſs Höhe und band ihn alsdann auch in eben dieſer Höhe an allen übrigen tännenen Stangen feſt, damit er ſich nirgends auf die Erde ſenken, noch ſie berühren könnte. Ich ſtellte nunmehr die Voltaiſche Säule neben den Graben, und ſetzte vermittelſt eines kurzen Drahtes das Waſſer deſſelben mit dem Minuspole, und das Ende des vom Gartenhauſe hergeleiteten Drahtes mit dem Pluspole der Säule in Verbindung. Darauf begab ich mich mitten auf die Wieſe und berührte hier den ausgeſpannten Draht mit naſſen Fingern: ich empfand merkliche Erſchütterungen. Noch weit heftiger wurden dieſe aber, wenn ich einen ſilbernen Löffel in die *naſſe* Hand nahm und damit den Draht berührte. Die Berührung des Drahtes mit der Zunge war zu ſchmerzhaft und wurde ganz unerträglich, wenn ſie durch den Löffel, den ich in den Mund nahm, vermittelt wurde. Klebte ich ein Goldblättchen an den Löffel und berührte damit den Draht, ſo ſah ich helle Funken. Das Nämliche geſchah auch mit einer trocknen Holzkohle. Dieſe Bemerkungen dienten mir zum Beweiſe, daſs die Erde unter mir überall poſitiv-Galvaniſch ſeyn muſste. *) In dem Gartenhauſe ſelbſt machte ich

*) Bemerklich muſs ich hier machen, daſs die Erde das Galvaniſche Fluidum um ſo beſſer leitet,

folgende Verſuche. Ich ſtellte mitten ins Zimmer einen Tiſch, auf dieſen zwei zinnerne Schalen, die ich durch Glasſcheiben iſolirte. Beide waren auf die Hälfte mit warmem Waſſer, worin eine gute Hand voll Kochſalz aufgelöſt war, angefüllt. An die eine Schale knüpfte ich das Ende des Plusdrahtes der Säule, das zuvor an der Fenſterpfoſte befeſtigt war. Die zweite Schale verband ich mit einem andern Drahte und führte ihn zu einem andern Fenſter hinaus bis auf die Erde. Hier grub ich ein Loch in dieſelbe, legte das Ende des Drahtes hinein und bedeckte es mit Erde. Tauchte ich nun in jede Schale eine Hand, ſo empfand ich beträchtliche Erſchütterungen in beiden Händen. Noch heftiger waren ſie aber, wenn ich einen Draht von der Schale losmachte, ihn an einen ſilbernen Löffel knüpfte, meine Hände in beide Schalen legte, und nun durch eine zweite Perſon die freie Schale auſserhalb mit dem Löffel berühren lieſs. Eine Geſellſchaft von Damen, die im Zimmer zugegen waren, amüſirte ſich auf dieſe Art eine Zeit lang und wohnte auch zum Theil den andern Verſuchen bei. Ich nahm die Schalen weg und ſchloſs die Endſpitzen beider Drähte durch eine trockne Holzkohle: es entſtanden augenblicklich hell leuchtende Funken, und ver-

je feuchter ſie im Innern und auf ihrer Oberfläche iſt. Iſt ſie da, wo man experimentiren will, trocken, ſo muſs man die Stelle, wenn der Verſuch gelingen ſoll, zuvor ſtark mit Waſſer begieſsen. B.

gröfserten sich, je dünner die Endspitzen der Drähte waren. In dem Gasentbindungsapparate entwickelte sich an der Minusseite viel Gas, an der Plusseite aber gar nichts. Ich liefs nun die Voltaische Säule vor dem Graben wegnehmen und einige Schritte vom Ufer stellen. Des Plusdrahts Ende wurde einige Zoll tief in die Erde gesteckt, und dann wiederhohlte ich die Versuche. Dessen ungeachtet fand ich keine Abnahme des Galvanismus: Erschütterungen, Funken und Gasentbindung waren eben so stark und anhaltend als zuvor.

Diese interessanten Beobachtungen bieten uns mancherlei Stoff zu Betrachtungen über die Natur des Galvanismus dar, und lassen uns mit vielem Grunde manchen Aufschlufs über Naturerscheinungen hoffen, die bis jetzt für uns mit einem undurchdringlichen Schleier umhüllt sind. Sie beweisen zugleich, dafs sich das Galvanisch-electrische Fluidum auf eine unglaubliche Weite, sowohl durch die Erde als durch das Wasser fortleiten läfst; Weiten, für die sich schwerlich Grenzen angeben lassen.

Die Fortsetzung dieser Versuche, so wie einen andern längst versprochnen sehr merkwürdigen Beitrag zur Kenntnifs des Galvanismus, hoffe ich im nächst folgenden Stücke dieser Annalen mittheilen zu können.

III.

Ueber die vom Himmel gefallnen Steine,

vom

Dr. Olbers
in Bremen. *)

Schon 1795 hatte Herr Dr. Olbers in einer Vorleſung, die er in dem Muſeum zu Bremen über den ſogenannten Steinregen zu Siena hielt, die Idee geäuſsert: „Es ſey nicht ganz unmöglich, daſs zuweilen ſchwere Maſſen von andern Weltkörpern, beſonders vom Monde, auf unſre Erde geſchleudert werden könnten.“ Die Sieneſer Steine erklärte er zwar damahls noch für Auswürfe des Veſuvs, da die Wurfgeſchwindigkeit, welche nöthig war, ſie 60 geogr. Meilen zu treiben, ſich durch Rechnungen nicht ſo groſs fand, daſs man ſie von den ungeheuren, in dem berſtenden Berge wirkenden Kräften nicht noch gröſser hätte erwarten können; unbezweifelte Beiſpiele andrer aus der Luft gefallnen, gewiſs nicht vulkaniſchen Steine, beſonders des berühmten Steins, der 462 Jahr vor Chriſti Geburt bei Aegos Potamos herunterfiel, **) hatte ihn

*) Im Auszuge aus des Oberſten Freyherrn v. Zach *monatl. Correſpondenz*, Febr. 1803, S. 148 f. *d. H.*

**) Plinius l. 2, cap. 58, n. 59; vergleiche auch Struyk und Pingré, *Cometographie*, t. 1, p. 256. *Olb.*

indefs schon damahls zur Untersuchung der Frage veranlafst, ob es ganz unmöglich sey, dafs von andern Weltkörpern, besonders vom Monde, schwere Körper auf die Erde geworfen werden können. Seitdem ist es durch Howard's Untersuchungen aufser Streit gesetzt worden, dafs auch die Sienefer Steine zu denen gehören, die gewifs keine Produkte unsrer Vulkane seyn können, und doch unter einer gewitterähnlichen Explosion und fast immer von dem Meteore begleitet, das wir eine Feuerkugel nennen, auf die Erde herabgefallen sind; ein Phänomen, wovon sich blofs aus dem vorigen Jahrhundert wenigstens 14 bis 15 erwiesene Beispiele anführen lassen.

Um diese Frage im Allgemeinen beurtheilen zu können, nahm Herr Dr. Olbers anfangs an, Erde und Mond seyen unbeweglich gegen einander; ein schwerer Körper werde von der Erde gegen den Mond geworfen, und habe in der Entfernung x vom Mittelpunkte der Erde eine Geschwindigkeit v. Der Abstand beider Weltkörper von einander sey a, der Halbmesser der Erde r, des Mondes ϱ, die Masse der Erde T, des Mondes L, und für $x = r$ sey die Geschwindigkeit c. Nun ist in der Entfernung x die anziehende Kraft der Erde auf den Körper $\frac{T}{x^2}$, des Mondes auf den Körper $\frac{L}{(a-x)^2}$ und zugleich die anziehende Kraft des Mondes auf die Erde $\frac{L}{a^2}$. Folglich ist die ganze Beschleunigung, welche der Körper in dieser Entfernung lei-

det, so fern sie ihn von der Erde zu entfernen strebt,

$$\text{oder } \frac{dv}{dt} = -\frac{T}{x^2} + \frac{L}{(a-x)^2} - \frac{L}{a^2}$$

und da $v = \frac{dx}{dt}$ ist,

$$v \,.\, dv = -\frac{T \,.\, dx}{x^2} + \frac{L \,.\, dx}{(a-x)^2} - \frac{L \,.\, dx}{a^2}$$

$$\text{also } \tfrac{1}{2} v^2 = \frac{T}{x} + \frac{L}{a-x} - \frac{Lx}{a^2} + Const.$$

Die *Const.* bestimmt sich daraus, dass für $x = r$ $v = c$ seyn soll, und so wird

$$\tfrac{1}{2} v^2 = \tfrac{1}{2} c^2 - \frac{x-r}{xr} T + \frac{x-r}{(a-x)(a-r)} L - \frac{x-r}{a^2} L.$$

Will man nun zuerst vom Einflusse des Mondes ganz absehn, so wird $L = 0$, und in diesem Falle ist v nur dann eine mögliche Grösse, wenn $\tfrac{1}{2} c^2 > \frac{x-r}{xr} T$ ist. Soll die Masse nie auf die Erde zurückfallen, sondern sich bis ins Unendliche von ihr entfernen, so wird x unendlich, und jene Bedingung verwandelt sich in diese: $\tfrac{1}{2} c^2 > \frac{T}{r}$, oder $c > \sqrt{\frac{2T}{r}}$. Soll die Masse bis zu einer Höhe $x = br$ steigen, so muss $\tfrac{1}{2} c^2 > \frac{b-1}{br} T$ oder $c > \sqrt{\frac{2T}{r}} \cdot \sqrt{\frac{b-1}{b}}$ seyn. Um diese Geschwindigkeiten für die Erde berechnen zu können, bemerke man, dass die Schwere an der Oberfläche der Erde $\frac{T}{r^2}$ ist, und dass die beschleunigenden Kräfte durch die Geschwindigkei-

ten gemeſſen werden, die ſie in einer Sekunde mittheilen können. Dieſe iſt an der Erde $2g$, wenn g die Fallhöhe in der erſten Sekunde bedeutet. Alſo iſt $\frac{T}{r^2} = 2g$ und $2T = 4gr^2$. Folglich iſt die Geſchwindigkeit, mit der ein vertikal geworfner Körper ſich bis ins Unendliche von der Erde entfernen wird, $c > 2\sqrt{rg}$. Nach La Place's Annahme iſt für die Polhöhe, deren Sinus $= \sqrt{\frac{1}{3}}$ iſt, $r = 3269093$ Toiſen und $g = 15{,}1114$ par. Fuſs. Daraus findet ſich $c > 34435{,}7$ par. Fuſs. Wenn man alſo einem ſchweren Körper auf der Oberfläche der Erde eine gröſsere vertikale Geſchwindigkeit als 34435,7 par. Fuſs geben könnte, und die Luft dieſem Körper nicht widerſtünde, ſo würde er nicht auf die Erde zurückfallen, ſondern ſich bis ins Unendliche von ihr entfernen. — Unſre Kanonenkugeln haben vielleicht zuweilen eine Geſchwindigkeit von 1800 bis 2000 Fuſs, (*Mém. de Paris*, 1769, p. 247,) und aus den Vulkanen unſrer Erde mögen vielleicht ſchwere Maſſen mit einer 4 bis 5 mahl gröſsern Geſchwindigkeit geſchleudert werden. Bedenkt man dabei den ausnehmenden Widerſtand, den die Luft geworfnen Körpern leiſtet, ſo kann man es als ganz unmöglich anſehn, daſs ſchwere Körper wirklich jemahls ganz von der Erde ſollten weggeſchleudert werden.

Ganz anders verhält es ſich mit dem *Monde*. Iſt die Fallhöhe eines ſchweren Körpers auf der Oberfläche deſſelben in der erſten Sekunde γ; ſo iſt,

da $\rho = \frac{3}{11} r$ und nach La Place's neueſter Beſtimmung $L = \frac{T}{68,5}$ iſt, $\gamma = g \cdot \frac{1}{68,5} \cdot \left(\frac{11}{3}\right)^2$, und daher die Geſchwindigkeit, mit der auf der Oberfläche des Mondes ein Körper vertikal geworfen werden muſs, um ſich bis ins Unendliche vom Monde zu entfernen, $c > 2 \cdot \sqrt{\rho\gamma} = \sqrt{\frac{4gr.11}{205,5}}$ $= 7967,08$ par. Fuſs.

Man kann annehmen, der vom Monde gegen die Erde geworfne Körper werde von beiden Weltkörpern gleich ſtark angezogen, wenn $\frac{T}{x^2} = \frac{L}{(a-x)^2}$, alſo $x = \frac{a}{1+\sqrt{\frac{L}{T}}}$ iſt. Setzen wir in der Erdnähe $a = 56r$, ſo wird hiernach $x = 49,964\, r$ und $a - x = 6,036 \cdot r = 22,13 \cdot \rho$. Und bis zu dieſer Höhe wird der Körper ſich erheben, wenn er vom Monde mit einer Geſchwindigkeit $> 7967,08 \cdot \sqrt{\frac{21,13}{22,13}} = 7785$ par. Fuſs nach der Erde zu geſchleudert wird. Da ihn indeſs die Erde auf dieſem Wege beſchleunigt, ſo wird dazu eine noch etwas geringere Geſchwindigkeit hinreichen, nämlich eine Geſchwindigkeit, welche, nach den beiden letzten Theilen der gegebnen Formel berechnet, um 4,845 par. Fuſs kleiner ſeyn kann, alſo nur 7780,16 par. Fuſs zu betragen braucht.

Hieraus erhellet, dafs, wenn ſchwere Maſſen auf dem Monde mit einer vertikalen Geſchwindigkeit von 7800 bis 8000 Fuſs ausgeworfen würden, einige derſelben unter gewiſſen Umſtänden die Erde erreichen und auf ſie niederfallen könnten. Eine ſolche Geſchwindigkeit ſchien Herrn Dr. Olbers ſehr denkbar zu ſeyn, da die Oberfläche des Mondes durch die dort neu entſtehenden Crater von gewaltſamen Exploſionen zeugt, und es ſchien ihm daher nicht ganz unmöglich, dafs die Steine oder Maſſen, die man aus der Luft hat herabfallen ſehn, und die von den Mineralien unſrer Erde ſo verſchieden, unter ſich aber ſo ähnlich ſind, aus dem Monde herabgeſchleudert ſeyn könnten.

„Allein," fährt Herr Dr. Olbers fort, „von der andern Seite wird es doch groſse Schwierigkeiten haben, wenn man im Ernſte jene aus der Luft gefallnen Steine als vom Monde hergeſchleudert anſehn will. Bei obigen Rechnungen haben wir auf die Bewegung des Mondes um die Erde keine Rückſicht genommen. Ziehn wir dieſe mit in Betracht, ſo erhellt, dafs die vom Monde mit einer ſenkrechten Geſchwindigkeit von 8000 Fuſs und drüber ausgeworfnen Körper, weil ihnen zugleich die Bewegung des Mondes nach der Richtung der Tangente ſeiner Bahn im Augenblicke des Wurfs eingedrückt iſt, ſobald ſie ſich vom Monde ſo weit entfernt haben, dafs er ſie ungleich ſchwächer als die Erde anzieht, ſich in einem Kegelſchnitte um die Erde bewegen werden, und dafs der Mond ſie in dieſer

Bewegung mehr oder weniger perturbiren wird. Nach Verſchiedenheit der Richtung und der Wurfgeſchwindigkeiten kann dieſer Kegelſchnitt eine Hyperbel, (wozu jedoch eine ganz ungeheure Wurfgeſchwindigkeit erfordert würde,) oder eine Ellipſe ſeyn. Um auf die Erde zu fallen, müſste er eine Ellipſe beſchreiben, deren Perigeum innerhalb des Erdkörpers, oder wenigſtens innerhalb der Erdatmoſphäre läge; dazu gehört aber ein ſehr beſtimmtes Verhältniſs der Richtung und der Wurfgeſchwindigkeit des ſchweren Körpers, weshalb nur ſehr wenige der Maſſen, die der Mond etwa ausſchleuderte, auf die Erde fallen können. So müſste der Mond nach und nach eine groſse Verminderung ſeiner Maſſe leiden; denn er müſste ſehr viele Steine ausſchleudern, damit nur zuweilen einige davon auf die Erde fallen könnten. Und würden dann nicht unzählige andre ſolche ſchwere Theilchen als kleine Trabanten um die Erde laufen? Müſsten dieſe nicht zum Theil in unſern lichtſtarken Teleſkopen ſichtbar werden, da Feuerkugeln oft von beträchtlicher Gröſse ſind, und die Beobachtungen der Ceres und Pallas uns gezeigt haben, daſs wir Körper, die von der Sonne erleuchtet ſind, noch unter auſserordentlich kleinen ſcheinbaren Durchmeſſern ſehn können? Oder ſind vielleicht diejenigen *Sternſchnuppen*, die offenbar cosmiſchen Urſprungs ſind, (gewiſs ſind die Sternſchnuppen unter ſich weſentlich verſchieden,) ſolche kleine Erdtrabanten? Gehört der kleine matt

glänzende Lichtpunkt, den unſer vortrefflicher Schröter einſt im Schlangenträger durch das Feld ſeines Fernrohrs ſtreichen ſah, vielleicht auch hierher? Dieſe Schwierigkeiten, andrer nicht einmahl zu gedenken, die aus der ſpeciellen Unterſuchung aller Umſtände beim Herabfallen jener Steine herrühren, ſcheinen mir ſehr wichtig und ſchwer zu heben zu ſeyn.“

„Ich bin alſo noch gar nicht der Meinung, daſs die zu Zeiten aus der Luft fallenden Steine als Auswürfe von *Monds-Vulkanen* anzuſehn ſind, und eben ſo wenig will das der groſse La Place behaupten. Seine und meine Abſicht war nur, die Phyſiker bei ihren Nachforſchungen über dieſen ſonderbaren und merkwürdigen Gegenſtand, der ſie noch lange beſchäftigen wird, auch an die *Möglichkeit* eines *feleniti*ſchen Urſprungs jener Maſſen zu erinnern. Gewiſs wird mit mir jeder Liebhaber der Naturkunde wünſchen, daſs es dem ſcharfſinnigen Chladni gefallen möge, uns bald mit einer neuen Ausgabe ſeiner Schrift über den Urſprung der ſibiriſchen von Pallas gefundnen Eiſenmaſſe zu beſchenken, zu der es ihm, nach Benzenberg's und Brandes Beobachtungen über die Sternſchnuppen, nach Howard's chemiſchen Unterſuchungen, und nach ſo vielen neuern dahin gehörigen Ereigniſſen, an wichtigen Zuſätzen nicht fehlen kann.“

IV.

SCHREIBEN

vom Dr. BENZENBERG *in Hamburg an Dr.* OLBERS *in Bremen über die Frage: Sind die Sternſchnuppen telluriſchen oder coſmiſchen Urſprungs?*

Ich erhielt heute das Februar-Stück der monatlichen Correſpondenz, und darin Ihre Abhandlung über die aus der Luft gefallnen Steine. Da ſie darin meiner und meines Freundes Brandes und unſrer Beobachtungen über die Sternſchnuppen erwähnen, ſo bin ich ſo frei, Ihnen meine Ideen über die Frage: ob die Sternſchnuppen telluriſch oder coſmiſch ſind, mitzutheilen.

Daſs ſie wohl coſmiſch ſeyen und beim Durchgange durch unſre Atmoſphäre auf irgend eine Weiſe Lichtentwickelungen einleiten möchten, — das war meine erſte Idee *im Anfange* unſrer Beobachtungen. Wäre dieſe Hypotheſe die richtige, ſo hätten wir Hoffnung gehabt, bald etwas Zuſammenhängendes aus unſern Beobachtungen der Sternſchnuppen folgern zu können, da dann wenigſtens das Geſetz ihrer Bewegung bekannt geweſen wäre. Als ſich aber nachher bei der Berechnung zeigte, daſs die Bahnen derſelben nach allen Richtungen gingen, (die ſteilrechte nicht ausgeſchloſſen,) und als ſich fand, daſs dieſer Trabanten periodenweiſe

oft 100 in der Stunde, und dann einmahl alle zwei Stunden nur Einer, beobachtet wurden, sah ich mich genöthigt, diese Vorstellungsart aufzugeben.

Die Standlinie bei diesen Beobachtungen war freilich klein und die Fehlergrenze gros, aber doch nicht so beträchtlich, dass ich nicht mit Sicherheit behaupten könnte, dass einige der beobachteten Sternschnuppen beträchtlich gestiegen sind, und zwar so, dass, wenn sie cosmisch wären, sie vorher durch die Erde durchgemust hätten. Nachher haben wir auch bei der Standlinie von 14 Meilen Sternschnuppen beobachtet, die stiegen; und obschon dieses nicht so viel war, dass man daraus hätte schliessen können, dass sie die Erde vorher hätten schneiden müssen, so blieb es doch völlig unerklärbar, warum ihre Lichtentwickelung erst anfing, nachdem sie schon so lange durch unsre Atmosphäre durchgegangen waren, und warum sie aufhörte, als sie am stärksten war, und die Verdünnung der Luft nur sehr wenig konnte zugenommen haben.

In der Nacht, als unser Freund Brandes am 5ten Theile des Himmels 480 Sternschnuppen sah, waren über 2000 über seinem Horizonte. Wie viel waren in der Nacht über Deutschland? wie viel über Europa? und wie viel über der übrigen Erde? Ich sehe nicht ein, wie man diese Tausende anders als aus Zersetzungen in unsrer Atmosphäre erklären will, die wir hier unten vielleicht nie kennen lernen, weil sie in einer Gegend vorfallen, wo die Luft 82000 mahl dünner ist, als bei uns, und wo

die Temperaturen vielleicht nahe am abſoluten Null liegen.

Man kann ſagen: „Vielleicht waren 10, oder 20, oder 100 unter dieſen 2000 coſmiſch.“

Es wird vielleicht noch lange dauern, ehe wir in unſern Kenntniſſen hierüber ſo weit werden fortgerückt ſeyn, daſs man dieſes wird bejahen oder verneinen können. Allein ich denke, wenn man 1900 für Atmoſphärilien halten muſs, ſo kann man auch wohl das letzte Hundert ſo lange dazu nehmen, als man von dieſen noch keine *weſentlichen* Unterſchiede in Hinſicht ihrer Gröſse, ihrer Geſchwindigkeit, ihrer Bahnen und ihres Anſehns angeben kann.

Die, welche Sie vorigen Sommer in dem Felde Ihres Fernrohrs verſchwinden ſahen, war wohl telluriſch, da Sie ſie vermuthlich mit bloſsem Sonnenlichte erleuchtet, noch hätten weiter ziehen ſehen, als ihre Lichtentwickelungen, die unſre Atmoſphäre veranlaſste, ſchon aufgehört hatten; vorausgeſetzt, daſs ſie nicht zu tief im Erdſchatten war, um noch von der Sonne erleuchtet zu werden.

Auch ſcheint mir das periodenweiſe Kommen der Sternſchnuppen, wo Monate lang ſo viele ſind, und dann wieder Monate lang faſt gar keine, ein ſehr ſtarker Beweis für ihre meteorologiſche Geneſis zu ſeyn. Hierzu kommt noch der Umſtand, daſs, wenn viele ſind, ſich auch immer viele von der erſten Gröſse darunter befinden, indeſs, wenn nur wenige erſcheinen, dieſe wenigen faſt immer nur

kleine

klein sind. Jene Prozesse scheinen also, wenn sie häufig sind, auch sehr stark zu seyn. Nähme man an, dass wenigstens die Hälfte der Sternschnuppen cosmisch wäre, so liesse sich hiervon gar kein Grund angeben.

Die Sternschnuppen, die wir zu Tausenden in einer Nacht beobachten, sind, vielleicht mit sehr wenig Ausnahmen, kaum 30 Meilen von der Erde entfernt. Wenn sie cosmisch wären, so liesse sich keine Ursach angeben, warum die Erdnähe von allen in unsrer Atmosphäre liegen sollte. Es müssten dann noch Millionen um die Erde herumgehen, die keine Lichtentwickelungen zeigten, aber doch von der Sonne beschienen, in unsern Fernröhren und Kometensuchern sichtbar seyn, und sie unaufhörlich durchkreuzen müssten. Auch würden von den Millionen Sternschnuppen, wenn auch nur $\frac{1}{3}$ cosmisch wäre, doch sehr viele die Erde schneiden müssen, und die Fälle, wo sie auf die Erde niederfielen und gefunden würden, müssten sehr häufig seyn, vorzüglich da sie eben so gut bei Tage auf die Erde fallen könnten, wie bei Nacht. Ihre Geschwindigkeit von 4 Meilen in der Sekunde sichert sie zwar vor der Anziehungskraft der Erde und vor dem Widerstande der Luft, wenn sie nur in einer Höhe von einigen Meilen die Atmosphäre schneiden; aber wenn sie tiefer gingen, so wäre vielleicht der blosse Widerstand der Luft im Stande, eine Geschwindigkeit von 4 Meilen in der Sekunde zu zerstören. Denn obschon das Gesetz

des Widerſtandes der Luft uns unbekannt iſt, ſo iſt doch ſo viel auf jeden Fall ſicher, daſs die Reihe, nach der er mit der Geſchwindigkeit wächſt, ſehr ſtark ſteigt.

Das Lichtpünktchen, welches Herr Oberamtmann Schröter durch das Feld ſeines Fernrohrs gehen ſah, *kann* eine 600 Meilen entfernte coſmiſche Sternſchnuppe geweſen ſeyn. Aber faſt eben ſo gut konnte es eine kleine atmoſphäriſche ſeyn, die nur 5 Meilen entfernt war. Denn hierbei beruht alles auf der *einen* Sekunde, die ſie zum Durchgehen gebrauchte, und auf der Neigung der Bahn gegen die Sehelinie, wobei es zwar 6mahl ſo wahrſcheinlich iſt, daſs man bei der Annahme von 45° einen ſehr kleinen Fehler begeht, als einen ſehr groſsen, wobei aber doch noch alles beinahe völlig unentſchieden bleibt, ſo lange man nicht mehrere beobachtet hat, die eben ſo langſam einen Raum von 15 Minuten durchlaufen.

Alle dieſe Gründe beſtimmen mich, die Legionen von Sternſchnuppen, die wir beobachten, für Meteore unſrer Atmoſphäre zu halten, unter denen, wenn auch die eine oder andere coſmiſch ſeyn ſollte, wir das doch *nicht wiſſen*. Gehören aber die Sternſchnuppen zur Meteorologie, ſo gehören ſie in ein Feld des menſchlichen Wiſſens, welches mit Finſterniſs bedeckt iſt, und in dem *meinen* und *irren* faſt gleich bedeutend ſind.

Unſre Beobachtungen hatten gezeigt, daſs ſie weit jenſeits der Grenze unſrer gewöhnlichen Me-

teore ſind, und daſs ſie nur das einzige Nordlicht, (deſſen Natur eben ſo räthſelhaft wie die der Sternſchnuppen iſt,) zum Grenznachbar haben.

Sobald dieſes entſchieden war, blieb keine Ausſicht, etwas Zuſammenhängendes über dieſe räthſelhaften Phänomene zu ſagen, bis man nicht wenigſtens 100 vollſtändige Beobachtungen über ihre Bahnen, ihre Entfernung und ihre Geſchwindigkeit beiſammen haben wird. Es bleibt freilich noch zweifelhaft, ob ſich ſelbſt mit 100 Beobachtungen etwas über die Sternſchnuppen werde ausmachen laſſen, aber das läſst ſich mit Sicherheit vorausſehn, daſs man dann werde entſcheiden können, ob ſich dieſe Phänomene überall aus unſrer *warmen Thalchemie* werden erklären laſſen. *)

Indeſs war es bis jetzt noch nicht möglich, dieſe 100 Beobachtungen zu erhalten. Sie wiſſen wie ſehr die Schwierigkeiten und die Fehlſchlagungen wachſen, ſobald der Beobachter nur wenige und dieſe nicht gehörig durch Gehülfen unterſtützt ſind. Sie wiſſen, wie wenig Unterſtützung unſre Bemühungen fanden, eine allgemeine Verabredung unter einer Anzahl Beobachter zu Stande zu bringen, und wie dadurch, daſs der Herausgeber eines ſehr geleſe-

*) Dieſen Ausdruck gebrauchte Lichtenberg in dem Briefe, den ich am Ende meiner Abhandlung über die Längenbeſtimmung durch Sternſchnuppen habe abdrucken laſſen. Dieſer Lichtenbergiſche Brief iſt wohl das Beſte, was bis jetzt über die Sternſchnuppen iſt geſchrieben worden. *B.*

nen Journals unſre Beobachtungszeiten *nicht aufnahm*, — mehrere Beobachter dieſe gar nicht erfuhren.

Bei künftigen Beobachtungen wird es nothwendig ſeyn, die Sternſchnuppen nach ihrem Anſehn zu claſſificiren, damit man etwas beſtimmtes habe, an das man die Wahrnehmungen anknüpft.

Zur *erſten Klaſſe* gehören die von der erſten und zweiten Gröſse, bei denen man deutlich eine Kugel unterſcheidet, welche vor dem Schweife hergeht. Hinter der Kugel iſt gewöhnlich eine leere Stelle von $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{2}$ Grad, und dann folgt der Schweif. Dieſer bleibt noch einige Sekunden ſtehn, wenn die Kugel ſchon verſchwunden iſt; er wird dann der Länge nach in der Mitte dunkler und verſchwindet. Oft bewegt ſich auch die Kugel noch ein Paar Grade weiter fort, wie der Schweif.

Zur *zweiten Klaſſe* gehören die von der erſten und zweiten Gröſse, welche wie ein aneinander hängender Feuerſtrahl vorwärts ſchieſsen, und weder eine Kugel noch einen ſtehnbleibenden Schweif haben. Bei dieſen fängt der Schweif bei ſeinem hintern Ende an zu verlöſchen, doch iſt die Dauer des ganzen Verlöſchens ſelten über eine Sekunde.

Die *dritte Klaſſe* könnte man, wie Linné, Kryptogamen oder Chaos nennen. Ich rechne hierzu alle kleine bis zur 6ten Gröſse hinunter, und nachher die teleſkopiſchen, die dem bloſsen Auge nicht mehr ſichtbar ſind, und die man zu Zeiten nur zu-

fällig in Kometenſuchern und Fernröhren ſieht. Ihre geringe Gröſse, ihre Schnelligkeit und der kleine Bogen, den ſie durchlaufen, erſchweren ſehr das Beobachten und das Claſſificiren. Oft ſind ſie nur wie matte fortziehende Fünkchen. Unter dieſen iſt eine Species, die dadurch merkwürdig iſt, daſs ſie einen ſehr groſsen Bogen in einer ſehr kurzen Zeit durchlaufen. Oft gebrauchen ſie zu 30 bis 40 Grad kaum 1 Sekunde. Vielleicht rührt dieſes von ihrer groſsen Nähe beim Beobachter her.

Wenn unter den Sternſchnuppen welche cosmiſch ſind, ſo ſind es wohl nur die aus der erſten Klaſſe. Sie haben eine groſse Aehnlichkeit mit den Feuerkugeln, und ſcheinen ſich von dieſen nur dadurch zu unterſcheiden, daſs ſie kleiner ſind und nicht zerſpringen. Das letztere könnte daher kommen, daſs ſie ſich der Erde nicht bis auf die electriſche Schlagweite nähern. Wenn ſie in einer Höhe von 20 bis 30 Meilen die Atmoſphäre ſchneiden, ſo iſt ihre Geſchwindigkeit von 80000 Fuſs in der Sekunde mehr als hinreichend, den Widerſtand der Luft und die Anziehung der Erde zu überwinden. In einer Höhe von 20 Meilen iſt der Widerſtand höchſt unbedeutend, da nach dem Mariottiſchen Geſetze die Luft dort 1176 000 000 000 mahl dünner iſt als an der Erde, und die Kubikmeile Luft dort kaum 1 Pfund wiegt.

Ob indeſs dieſe Sternſchnuppen zum Geſchlechte der Feuerkugeln gehören und coſmiſch ſind, das läſst ſich, da ſie nicht ſo ſehr ſelten ſind, bald durch

Beobachtungen und Rechnungen entſcheiden; vorzüglich, da man ihre Entfernung und Bahn ſehr genau, und ihre Geſchwindigkeit leidlich genau beſtimmen kann. Wenn dieſe Sternſchnuppen coſmiſch ſind, ſo können ſie nie ſenkrecht in die Höhe ſteigen, wie das z. B. unter den von uns beobachteten No. XII ſehr nahe that. Eben ſo wenig können ſie einen aufwärts gehenden Winkel von 54 Grad mit der Vertikale machen, wie No. XVII, ſondern ſie müſſen ſich der Erde nähern, wie No. XX und XXII. Denn daſs das Perigeum der Sternſchnuppenbahn entweder in oder doch ſehr nahe bei der Vertikale des Orts iſt, wo die Sternſchnuppe bei der Beobachtung im Zenith iſt, das kann man doch wohl mit Sicherheit annehmen.

Ich glaube aus dieſen Gründen, daſs man die Sternſchnuppen im Ganzen für Atmoſphärilien halten muſs; daſs ſich zwar nicht läugnen läſst, daſs unter ihnen einige coſmiſche *ſeyn können*, daſs wir aber nach unſerm gegenwärtigen Grade des Wiſſens dieſes noch nicht mit Sicherheit annehmen dürfen, weil ſelbſt die von der erſten Klaſſe doch von der andern Seite in Hinſicht ihres Lichts, ihrer Geſchwindigkeit und ihrer Gleichzeitigkeit wieder ſo viel Aehnlichkeit mit den übrigen Sternſchnuppen haben, die offenbar telluriſchen Urſprungs ſind, daſs es immer recht gut möglich bleibt, daſs ſie eben ſo wie dieſe zu den Atmoſphärilien unſrer Erde gehören.

V.

Kritiſche Bemerkungen über die neuern Hypotheſen, wodurch man die unter dem Namen der Feuerkugeln bekannten Lufterſcheinungen zu erklären ſucht,

von

Ernst Friedrich Wrede,
Prof. am Friedr.-Wilh.-Gymn. in Berlin. *)

Unter allen Gegenſtänden der Meteorologie hat wohl keiner ſo mancherlei Meinungen über die Urſache ſeiner Entſtehung, und ſo gewagte Hypotheſen, ihn zu erklären, veranlaſst, als es mit den *Feuerkugeln* der Fall iſt. Um nur einige von den ältern Meinungen anzuführen, ſo glaubte man, mit Muſſchenbroek die Feuerkugeln für ſchwefelhaltige Dünſte aus Vulkanen und Hölen anſehen zu müſſen, welche beim Erdbeben in die Höhe ſtiegen, vom Winde zuſammengetrieben würden, und ſich dann auf irgend eine Art entzündeten; dieſe Meinung ſtützte ſich auf den ſchwefligen Geruch, welchen einige Feuerkugeln um ſich verbreitet haben ſollen. Andere hielten ſie mit Halley für eine im ganzen

*) Im Auszuge aus dem 4ten Bande der ſchätzbaren neuern *Schriften der Geſellſchaft naturforſchender Freunde in Berlin*, der jetzt im Drucke iſt. *d. H.*

Weltraume vorhandene Materie, welche sich irgendwo zusammenballe und eine Bewegung um die Sonne anfange; jedoch, wenn solches in der Nähe der Erdkugel geschehe, von dieser an sich gerissen werde. Noch andere, wohin z. B. Hartsoeker gehört, stellten sich darunter terrestrische Kometen vor. Auch hielten einige sie mit Beccaria und Vasalli für Electricität. Andere wiederum glaubten, wie Silberschlag, dass es öhlige Dünste wären, welche sich entzündeten. Herbert und Toaldo waren der Meinung, dass es brennbare Luft sey. Bergmann hingegen nahm an, dass es verschiedene Arten von Feuerkugeln gebe.

Alle diese Hypothesen sind, wie man leicht sieht, nichts weiter, als bloss mögliche Ursachen, womit der Wahrheitsforscher sich nicht begnügen darf, besonders wenn sie nicht mit allen Umständen übereinstimmen. Was Musschenbroek's Hypothese betrifft, so kann man zwar nicht läugnen, dass sich Feuerkugeln in vulkanischen Gegenden, besonders zur Zeit eines Erdbebens, sehr häufig zeigen, wie solches mehrere naturhistorische Nachrichten von Südamerika und andern Oertern lehren; aber sie sind mehr die Vorboten des Erdbebens, als dass sie ihm nachfolgen sollten. Eben so erscheinen sie, nach den Beobachtungen der Seefahrer, weit mehr *vor* einem Sturmwinde, als *während* desselben oder *nachher*, worauf schon Joh. Reinhold Forster in seinen

Bemerkungen über Gegenstände der physikalischen Erdbeschreibung, S. 103, aufmerksam macht. — Dass die Feuerkugeln sich nicht in sehr weiter Entfernung, (z. B. von mehrern Erdhalbmessern,) von der Erdfläche erzeugen oder entzünden; das beweiset nicht nur ein gewisser Zustand unsrer Atmosphäre, welcher da seyn muss, wenn sie erscheinen sollen, sondern auch ihr, nach dem Zerspringen sehr bald hörbarer Knall. Wenigstens sind einige dieser Phänomene, so wie manche Sternschnuppen, welche von verschiednen Physikern für grosse Feuerkugeln in *aufserordentlichen Höhen* gehalten werden, der Erdfläche so nahe, dass ihre Entfernung kaum einige hundert, (wenigstens keine tausend,) Fuss betragen kann; denn man hört ihr Geräusch, welches dem Zischen einer steigenden Rackete gleicht. Ich glaube, dass mein eignes Zeugniss in dieser Sache wohl etwas gelten darf, da ich so häufig Gelegenheit gehabt habe, diese feurigen Meteore zu sehen. Auch D. Benzenberg's vortreffliche Beobachtungen der Feuerkugeln und Sternschnuppen bestätigen meine eignen Erfahrungen; er zeigt, vermittelst parallactischer Höhenmessungen dieser Körper, ganz unwiderleglich, dass einige jener Lufterscheinungen, besonders die *kleinen* Sternschnuppen, der Erdfläche sehr nahe sind, (vergl. *Annalen*, XII, 367.) Hieraus lassen sich nun keine günstigen Folgerungen für die gewagte Hypothese Halley's ziehen, dass die Feuerkugeln sich ausserhalb unsrer Atmosphäre zu-

ſammenballen und eine Bewegung um die Sonne anfangen, oder gar, wie Hartſoeker wollte, terreſtriſche Kometen ſind. Ich ſehe nicht ein, wie man dieſe letztere Vorſtellung, bei ſo weniger Uebereinſtimmung der Merkmahle an Feuerkugeln und wirklichen Kometen, auch nur analogiſch rechtfertigen will, da die Kometen, nach den neueſten Beobachtungen Schröter's und anderer Aſtronomen, keine bloſsen Meteore in der Photoſphäre unſrer Sonne ſind, auch nicht brennen, wie eine Fackel, ſondern planetariſche Kugeln, mit einer ſo ſtarken Lichthülle umgeben ſind, daſs ſie auf ihrer der Sonne abgekehrten Seite keinen Schatten werfen, folglich zu den ſelbſtleuchtenden Weltkörpern gehören. (Vergl. Schröter's *Neueſte Beiträge zu den aſtronomiſchen Entdeckungen*, B. 3, Abth. 2.) Das Herabſtürzen dieſer vorgebliehen terreſtriſchen Kometen aus ihren Bahnen würde ein Zertrümmern des terreſtriſchen Trabantenſyſtems ſeyn. Wer kann aber beweiſen, daſs die unſrer Sonne zugehörigen Kometen auf ſie herabſtürzen, und aufhören, als ſelbſtſtändige Körper im Weltraume zu exiſtiren? Findet dies nun nicht ſtatt, wie hat man es wagen können, Feuerkugeln und Kometen für ähnliche Körper anzuſehen? — Daſs den Feuerkugeln bloſs Electricität zum Grunde liegen ſollte, wie Beccaria und Vaſalli behauptet haben, dagegen ſpricht das nach und nach wachſende und wieder abnehmende Licht, die niemahls geſchlängelte Bewegung der Feuerkugeln und Stern-

ſchnuppen, und die, nach dem Verſchwinden derſelben gewöhnlich noch übrig bleibende, einige Sekunden lang mit röthlicher Phosphoreſcenz leuchtende Maſſe, welche bei keinem Blitze geſehen wird, ungeachtet es Blitze ohne Donner giebt. Auſserdem äuſsert ſich die Electricität in der hohen verdünnten Luft unter ganz andern Kennzeichen, als die Feuerkugeln, nämlich als eine dem Nordlichte ähnliche Erſcheinung, welches der Identität dieſer beiden Luftbegebenheiten gänzlich widerſpricht. — Noch weniger genügen die übrigen der angeführten Hypotheſen, daher man ſie auch ſämmtlich aufgegeben hat.

Statt ihrer ſind vor kurzem zwei neue Hypotheſen aufgeſtellt worden, die des Dr. Chladni, *) und eine andere, nach welcher die Feuerkugeln *Auswürfe des Mondes* ſeyn ſollen. Ich werde mich hier bemühen, zu zeigen, daſs jedoch auch ſie nicht genügend ſind, und daſs die Erklärung der Feuerkugeln immer noch problematiſch bleibt.

Nach Herrn Dr. Chladni iſt eine Feuerkugel „eine ziemlich ſelten vorkommende, aus dem übrigen Weltraume zu uns anlangende feurige Maſſe, welche anfangs unter der Geſtalt einer Sternſchnuppe in einer beträchtlichen Höhe ſichtbar wird, ſich

*) Eigentlich iſt Herr D. Chladni wohl nicht der Erſte, welcher ſie geäuſsert hat, denn ſie findet ſich der Hauptſache nach ſchon in Torbern Bergmann's *Phyſik, Beſchreibung des Erdkörpers*, B. 2, S. 80. *W.*

ſchnell in einer ſchief niederwärts gehenden Richtung fortbewegt, dabei an Gröſse bis zu einem den Mond bisweilen übertreffenden ſcheinbaren Durchmeſſer zunimmt, öfters Flammen, Rauch und Funken auswirft, und endlich mit einem heftigen Getöſe zerſpringt.' Ich kann jedoch weder dieſer Definition, noch der gleich darauf folgenden Behauptung beiſtimmen, daſs alle andern, von verſchiednen Naturforſchern beobachteten Lichterſcheinungen keine Feuerkugeln, ſondern Blitze geweſen ſind.

Zuvörderſt iſt es nicht der Erfahrung gemäſs, daſs alle Feuerkugeln *mit einem heftigen Getöſe zerſpringen*. Ich habe in den ſüdlichen Ebenen an der baltiſchen See wohl mehr als zwanzig ziemlich beträchtliche und manchmahl recht merkwürdige Feuerkugeln geſehen; aber unter dieſen allen entſinne ich mich nur einer einzigen, welche bei ihrem Verlöſchen einen dumpfen Knall, wie von einer entfernten Kanone verurſachte. *) Sie hatte einen röthlichen Glanz, und ging von Oſt nach Weſt. Ihr ſcheinbarer Durchmeſſer war gröſser, als der des Vollmondes. Die übrigen, die mir vorgekommen ſind, verſchwanden, ſie mochten auch noch

*) Die groſse Feuerkugel, welche Forſter 1774, den 30ſten Sept. Abends um 8 Uhr bei Neu-Kaledonien bemerkte, lieſs ebenfalls ein bloſs ziſchendes Geräuſch hören, und zerplatzte ohne Knall, (*Bemerkungen* etc., S. 103.) Auch nach Torbern Bergmann, a. a. O., S. 79, geben einige dieſer Meteore keinen Knall. *W.*

so grofs erscheinen, gewöhnlich auf folgende Art: Wenn ihr Licht, welches manchmahl so hell, wie brennender Phosphor im Sauerstoffgas, leuchtete, verlosch, blieb in einem, dem Orte des Verschwindens zunächst gelegnen beträchtlichen Theile ihres durchlaufnen Weges eine röthlich phosphorescirende Masse übrig, die sich nach einigen Sekunden allmählig verlor. Dieses letztere Ereignifs habe ich nicht nur bei Feuerkugeln, sondern auch bei Sternschnuppen sehr häufig oder vielmehr fast jederzeit wahrgenommen; und hiermit stimmen die Erfahrungen aller Naturforscher, die selbst beobachtet haben, genau überein. Dafs übrigens die von mir beobachteten Phänomene, ungeachtet sie nicht mit einem Knalle zersprangen, dennoch wirklich solche Feuerkugeln gewesen sind, wie diejenigen Meteore, welche in der Chladnischen Schrift ausschliefslich so genannt werden, das leidet keinen Zweifel; denn ich habe, als öfterer Augenzeuge, die eigenthümlichen Kennzeichen der verschiednen leuchtenden Lufterscheinungen sehr wohl kennen gelernt, und von der ersten Zeit meiner Beobachtungen an einen Blitz von einer Feuerkugel genau zu unterscheiden gewufst. Auf meine eigne Erfahrung gestützt, darf ich also mit Recht behaupten, dafs die obige Definition eines solchen Meteors nicht allgemein gültig sey. Das Zerspringen mit einem Knalle ist sogar denjenigen nicht immer eigen, welche heftige Funken oder blitzähnliche Flammen auswerfen. Meine eigne Erfahrung mag dies bezeugen.

Ich befand mich im Februar des Jahres 1778 eines Abends um 10 Uhr im Freien. Es war eine mondlose, jedoch sternhelle Nacht, die Erde mit flachem Schnee bedeckt, und die Temperatur der Luft einige Grade unter dem Gefrierpunkte; übrigens wehte der Wind nicht, sondern die Atmosphäre befand sich in Ruhe. Plötzlich umleuchtete mich ein so starkes Licht, dafs ich und alle mir nahe gelegnen opaken Körper einen sehr deutlichen Schlagschatten warfen. Als ich die Augen in die Höhe richtete, erblickte ich nordnordöstlich, unter einem beträchtlichen Erhebungswinkel, der wohl einige 70 bis 80 Grade betragen mochte, einen scheinbaren Vollmond, welcher im ersten Augenblicke der Wahrnehmung zu ruhen schien. Aber bald zeigte dieser hell leuchtende und kreisrund begrenzte Körper seine Bewegung. Er sank ruckweise in einer etwas schrägen, vom Zuschauer abwärts laufenden Richtung herab, und sprühte in sehr gleichmäfsigen Zwischenräumen und Zwischenzeiten, wiederhohlt rings umher einmahl Feuerflammen, welche jedoch immer mehr abnahmen, bis die ganze Masse in einen einzigen, sich nach gerade zu einem blofsen Funken vermindernden, Strahl ausging. Sehr merkwürdig war bei dieser Feuerkugel die taktmäfsige, ruckweise fortgesetzte, und, wie es mir schien, durch den Fall nicht beschleunigte Bewegung. In dem ersten Zeitmomente, welcher höchstens eine Sekunde betrug, sank sie schnell um eine Tiefe herab, welche mir optisch

etwa 12 Fuſs hoch vorkam; jetzt ſprühte ſie nach allen Seiten zugleich ein einziges Mahl lebhafte Flammen, wobei ſie einen Augenblick ſtill zu ſtehen ſchien. Im zweiten Momente ſank ſie wiederum ſo tief gegen den Horizont herab, und ſprühte auf dieſelbe Weiſe ringsum ſtarke Flammen. Nach einer ſolchen taktmäſsigen acht- oder zehnmahligen Wiederhohlung dieſes Funkenauswerfens, das durch anſcheinend gleiche Intervalle, in welchen bloſs das ruhige Leuchten fortdauerte, unterbrochen war, ging ſie in einen lang gezognen und immer dünner werdenden Strahl aus, an deſſen unterm Ende das helle Licht, (zuletzt nur noch ſo gröſs wie eine Sternſchnuppe,) verloſch. Indeſſen zeigte ſich noch wohl über eine Minute hernach, an derſelben Stelle, wo ſich der einzelne leuchtende Strahl, in Geſtalt einer fortſchieſsenden Sternſchnuppe, gebildet hatte, gerade ſo, wie es bei dieſem letztern Meteore gewöhnlich zu geſchehen pflegt, eine ſenkrecht ſchwebende, dem Augenmaaſse nach beiläufig 8 bis 10 Ellen lange röthlich gefärbte phosphoreſcirende Maſſe, welche ſich zum Theil etwas krümmte, oder in ihrer anfänglichen Lage verrückte, an einigen Stellen etwas breiter, an andern dagegen matter wurde, jedoch auch hier wieder manchmahl etwas ſtärker zu ſchimmern oder wieder aufzuglimmen ſchien, und endlich allmählig auf die Art, wie eine Dunſt- oder Rauchſäule zu thun pflegt, verſchwand. Bei dieſem allen war nicht das geringſte Geräuſch, und noch

weniger ein Knall zu hören, der hier doch ſchlechterdings, wegen der Nähe des Meteors, hätte ſtatt finden müſſen, wenn es allgemein wahr wäre, daſs jede Feuerkugel mit einem Knalle zerſpringt. Auſser dieſer einen, mir noch ſehr genau erinnerlichen Erfahrung, haben mich viele andere von der Unrichtigkeit der Behauptung überzeugt, daſs alle Feuerkugeln ohne Ausnahme mit einem ſtarken Getöſe verſchwinden. Es giebt demnach zwar *einige* Meteore dieſer Art, welche ſolches thun; aber dagegen kommen auch *viele andere vor*, und *vielleicht bei weitem die meiſten*, welche weder eine auſserordentlich ſchnelle Bewegung haben, noch bei ihrem Verlöſchen einen Knall geben.

Was nun ferner die Behauptung betrifft, daſs Feuerkugeln eine *ziemlich ſeltene* Erſcheinung ſind, ſo bemerke ich, daſs man dieſes wohl einräumen könne, wenn von einzelnen Gegenden des Erdbodens und von beſtimmten geographiſchen Oertern die Rede iſt; meint man aber damit, daſs ſie in der Erdatmoſphäre überhaupt ſehr ſelten vorkommen, ſo iſt dieſes unſtreitig unrichtig, auch wenn man hier von den Sternſchnuppen abſieht, welche, nach der Meinung Chladni's, doch auch Feuerkugeln ſeyn ſollen. Es käme bei dieſen und ähnlichen Meteoren nur darauf an, daſs Beobachter da wären, um ſie wahrzunehmen und bekannt zu machen. Wie viele Feuerkugeln mögen erſcheinen und in ihrer Art ſehr merkwürdig ſeyn, ohne daſs ſie von einem menſchlichen Auge bemerkt werden!

und

und wie ſelten mag überdies ein Landbewohner oder Seemann es der Mühe werth halten, die Beobachtung einer Feuerkugel aufzuzeichnen und bekannt zu machen! Nur dem Groſsſtädter und dem Gelehrten im Studirzimmer ſind Erſcheinungen dieſer Art etwas Seltſames; dem Zuſchauer im Gebiete der freien Natur ſind ſie alltäglich. Don Ulloa meldet im erſten Bande ſeiner Reiſe nach Peru, und in der *Hiſtoire de l'academie des ſciences* 1751, daſs zu Santa Maria de la Parilla jede Nacht Feuerkugeln geſehen würden. Herr D. Chladni erklärt ſie zwar für bloſse Irrlichter; ich ſehe aber nicht ein, aus welchen Gründen, da jenem Gelehrten der Unterſchied zwiſchen einem Irrwiſche und einer Feuerkugel doch wohl bekannt geweſen ſeyn muſs. Eher lieſse ſich glauben, daſs Feuerkugeln und Sternſchnuppen mit einander verwechſelt worden wären. Indeſſen ſollen dieſe letztern doch auch, nach Herrn Chladni, Feuerkugeln ſeyn, und ihre häufige Erſcheinung ſtreitet ganz beſonders wider die Seltenheit dieſer letztern Meteore.

Wenn die Feuerkugeln *anfangs nur wie eine kleine Sternſchnuppe erſcheinen*, ſo läſst ſich daraus nicht immer auf eine beträchtliche Höhe ſchlieſsen, in welcher ſich dieſe Körper zuerſt entzünden; ſondern in den meiſten Fällen iſt es wohl bloſs der zunehmende chemiſche Oxydations- und Lichtentwickelungsprozeſs, der den ſcheinbaren Durchmeſſer derſelben ſo anſehnlich vergröſsert. Dieſes leuchtet ſchon aus der einen Thatſache hervor, daſs der

ſcheinbare Durchmeſſer bei allen Feuerkugeln, welche, ohne Flammen auszuwerfen, ganz ruhig leuchten, ohne zu zerſpringen, wenn der Glanz ſein Maximum erreicht hat, auch wieder abnimmt und ſich allmählig bis auf Null verkleinert.

Nach Herrn D. Chladni's Meinung ſollen nun dieſe Körper weder auf der Erde, noch in der Atmoſphäre entſtanden ſeyn, ſondern *aus dem weiten Himmelsraume* hier bei uns anlangen. Er gründet dieſe Behauptung auf die Bahn, Geſtalt, Farbe, Höhe, Gröſse, Dauer und Geſchwindigkeit der Feuerkugeln.

Die *Bahn* erklärt er für paraboliſch, und findet den Beweis dafür darin, daſs die Feuerkugeln und Sternſchnuppen nicht lothrecht, ſondern ſchräg gegen den Horizont herabfallen. Dieſer Beweis iſt aber höchſt unvollſtändig. Daſs jede Sternſchnuppe oder Feuerkugel ſchräg gegen den Horizont herabſinke, dagegen ſtreitet die Erfahrung. Ich habe im Jahre 1795 eine geſehen, welche in ganz horizontaler Richtung vor meinen Augen vorüberging. Ihre Bewegung von Oſten nach Weſten war ſehr ſchnell, und ſie hatte, gleich einem Kometen, einen beſenartigen Schweif hinter ſich, welcher von der brennenden und leuchtenden, mit einem ſehr laut hörbaren ziſchenden Geräuſche ausſtrömenden Materie herrührte. Sie war zu nahe, ihre Bahn zu bedeutend lang, und die Umſtände zu günſtig, als daſs ich nicht bis zur höchſten Deutlichkeit hätte ſehen können, wie ſie eine mit dem Horizonte pa-

rallele Richtung hatte, und selbst bei ihrem Verschwinden, da sich schon die gewöhnliche röthlich schimmernde Masse zeigte, nicht sank. Ueberdies lehrt die Erfahrung, dass viele Sternschnuppen aufwärts fahren. Herr D. Benzenberg und Herr D. Brandes haben, durch parallactische Messungen sogar gefunden, dass manche dieser Körper, welche nicht weniger als 100 Fuss im Durchmesser hatten, folglich mit allem Rechte Feuerkugeln genannt werden durften, zuweilen ihre Bewegung völlig senkrecht in die Höhe oder herunter nahmen. Und doch kann es bei ihnen dem Zuschauer so vorkommen, als bewegten sie sich schräg abwärts. Ueberhaupt kann man hier den Aussagen ungeübter und mit der angewandten Mathematik zu wenig bekannter Zuschauer nicht trauen, besonders da die Bewegung der Feuerkugeln und Sternschnuppen gröfsten Theils zu geschwind und ihre scheinbare Bahn so kurz ist.

Aus der *grofsen Geschwindigkeit*, welche Herr Dr. Chladni den Feuerkugeln zuschreibt, und die, nach ihm, zuweilen 6 geographische Meilen in einer Sekunde beträgt glaubt er zuverläfsig schliefsen zu dürfen, dass sie *feste* Körper sind: denn wären sie *gasförmig*, so müfsten sie, nach seiner Meinung, bei einer so grofsen Geschwindigkeit in einem Nu zerstieben. Aus dieser vermeintlich erwiesenen Festigkeit folgert er weiter, dass ihr tellurischer Ursprung völlig unmöglich sey, weil sich in der obern Luft keine festen Massen zusammen-

ballen können, und weil auch keine Wurfkräfte auf unſrer Erde vorhanden ſind, welche irgend einen feſten Körper ſo hoch hinaufzuſchleudern vermögen. Beide Folgerungen laſſen ſich indeſs durch keine directen Erfahrungsbeweiſe rechtfertigen. Denn hätte jeder Körper, der ſich mit einer ungewöhnlichen Geſchwindigkeit in unſrer Luftmaſſe bewegt, die feſte Form, ſo müſste ſie ſchlechterdings auch dem Blitze und ähnlichen feurigen Meteoren zukommen. Es iſt aber unbezweifelt gewiſs, daſs der electriſche Feuerball, welcher ſcheinbar wie ein zackiger Strahl aus der Gewitterwolke fährt, durchaus keine andere, als die gasförmige Geſtalt hat. Daſs er in der Luftmaſſe nicht gleich beim Anfange ſeiner Bewegung zerſtiebt, gründet ſich in dem Mangel an Miſchungsfähigkeit der electriſchen Materie und der reinen, von Waſſerdämpfen freien atmoſphäriſchen Luft. Chalmer erzählt in den *Philoſ. Transact.*, N. 494, p. 366, eine merkwürdige Begebenheit, welche dies vollkommen beſtätigt. Man ſah 1749 am 9ten November von einem Schiffe mitten im Ocean einen groſsen blauen Feuerball, welcher von Nordoſt nach Südweſt, aus einer Entfernung von drei Meilen auf dem Meere herzurollen ſchien, und auf das Schiff ſo ſchnell loseilte, daſs er bis auf 40 oder 50 Ruthen herangekommen war, bevor man nur das Hauptſeegel hatte aufziehen können. In dieſer Entfernung zerſprang er mit einem Knalle, der ſo heftig war, als würden hundert Kanonen auf einmahl

abgefeuert, und hinterliefs bei seinem Verschwinden einen Schwefelgeruch, welcher das ganze Schiff erfüllte. Kaum war der entsetzliche Knall vorüber, so fand man den einen Mast ganz zerschmettert, den grofsen Mast bis unten gespalten, aufserdem fünf Mann zu Boden gerissen und einen sechsten an der Haut verbrannt. Hieraus kann man einsehen, dafs feine ätherische Massen, welche nur um ihres Leuchtens willen nicht eigentlich luftförmig, das heifst, völlig farbenlos und durchsichtig erscheinen, gar wohl im Stande sind, sich so, wie der Blitz es jederzeit thut, mit erstaunlicher Schnelligkeit durch die Luft zu bewegen. Nach der Analogie zu urtheilen, ist dies auch sehr begreiflich: denn unter den ungleichartigen gasförmigen Körpern wirken eben so, wie unter den heterogenen tropfbaren, nicht nur attractive oder mischende, sondern auch repulsive oder absondernde, ausscheidende Kräfte, und diese letztern sind es eigentlich, von welchen die schnelle Bewegung abhängt. Man mufs nicht glauben, als wenn das Mittel, in welchem die Bewegung vor sich geht, zu keiner Zeit etwas anderes thut, als blofs Widerstand leistet; nein, es ist vielmehr in unzähligen Fällen die bewegende oder fortstofsende Kraft selbst. — — —*)

*) Statt der weitern Ausführung dieses Gedankens, in der nicht alle dem Verfasser beistimmen möchten, stehe hier eine artige Idee, welche Herr Dr. Brandes in Voigt's *Magazin*, B. 5, S. 58, über die Kraft äufsert, welche die Feuerkugeln

Herr D. Chladni ſcheint ferner in dem heftigen Knalle, womit die Feuerkugeln zerſpringen, einen Beweis finden zu wollen, daſs ſie feſte Körper ſind. Er ſtellt ſich die Sache ſo vor, als würden dieſe meteoriſchen Maſſen durch die Hitze gleichſam wie eine mit Luft gefüllte und ſtark erwärmte Blaſe aufgebläht, und bildeten wirklich

während ihrer Bewegung beſchleunigt: „Geſetzt, die Feuerkugeln wären von einem dampfartigen Fluido aufgeblaſen, und dieſes bräche an irgend einer Stelle durch die Schale hervor, ſo würde durch Rückwirkung die Kugel nach der entgegengeſetzten Seite mit beſchleunigter Bewegung fortgetrieben werden. Die Entbindung des Dampfs könnte unterdeſſen inherhalb der Kugel fortdauern, indem ſich die noch unelaſtiſchen Theile nach und nach in Dampf verwandelten, und ſo könnte die Bewegung eine lange Zeit hindurch immer mehr beſchleunigt werden. — Daſs etwas ähnliches bei den *Sternſchnuppen* vorgehe, wird ſelbſt aus den Beobachtungen wahrſcheinlich. Der Schweif, den einige hinter ſich laſſen, könnte ein ſolcher hervorbrechender Dampf ſeyn, der bei ſeiner Zerſetzung den Lichtſtoff frei läſst. Es lieſse ſich dann einſehn, wie der Schweif etwas länger ſichtbar bleiben kann, als die Sternſchnuppe ſelbſt, und daſs er nicht mehr fortrückt, wenn die Kugel erloſchen iſt. Selbſt der merkwürdige Umſtand, daſs der Schweif ſich nicht dicht bis an den Kern der Sternſchnuppe erſtreckt, ſondern daſs faſt immer ein dunkler Raum dazwiſchen bleibt, paſst in

ſehr beträchtliche, ihren Durchmeſſer immer mehr vergröſsernde Hohlkugeln, die zuletzt von der zu ſtarken Ausdehnung der in ihnen eingeſchloſsnen Gasarten mit einem ſtarken Getöſe zerplatzen müſsten. Wären die Hauptmaſſen, woraus die Feuerkugeln beſtehen, nicht feſter Art, meint er, ſo

dieſe Hypotheſe, wenn man annimmt, daſs dicht an der Kugel der elaſtiſche Dampf unzerſetzt und unſichtbar bleibt, wie der Waſſerdampf dicht an der Oberfläche des kochenden Waſſers, welches bei einigen andern Erklärungen, z. B. der von de Luc, in Bodens *Aſtron. Jahrb.*, 1803, S. 94, unerklärt bleibt.„

„Uebrigens darf man wohl nicht annehmen,“ (bemerkt Herr Dr. Brandes an einer andern Stelle, S. 159,) „daſs alle Sternſchnuppen ganz von gleicher Art ſind. Die kleinen, ſchnell wegfliegenden Fünkchen, deren Dauer oft nur ein Moment iſt, unterſcheiden ſich ſehr von denen, die faſt einen merklichen Durchmeſſer haben, und mit langſamen ſteten Zuge fortgehn; eben ſo merklich von andern, die ſtatt dieſes ſtillen planetenähnlichen Lichts mehr etwas flammendes haben, und, (wenn ich mich recht erinnere,) immer gerade herabfallen; und von allen dieſen unterſcheiden ſich wieder andere, die ich nie anders als vertikal und niederwärts gehn ſah, und die man ſich vorſtellen kann, wenn man ſich den Sirius als fallend denkt. — Sonderbar iſt es, daſs in Nächten, die recht reich an Sternſchnuppen ſind, alle dieſe verſchiednen Erſcheinungen vorkommen, und oft ganz verſchiedne in demſelben Momente.“ *d. H.*

würden sie nicht zähe genug seyn, eine so starke Aufblähung, als zu einem gewaltigen Knalle erforderlich ist, auszuhalten. Offenbar ist dieser Erklärungsgrund blofs gesucht, um einer Hypothese Eingang zu verschaffen, und es sind wieder viele Thatsachen aus der Acht gelassen, woraus das Gegentheil hervorgeht. Knallt denn der electrische Funke, oder die mit Sauerstoff- und Wasserstoffgas, oder mit gephosphortem Hydrogengas gefüllte Wasserblase blofs darum, weil sie ein *fester* Körper umgiebt, welcher zerplatzt? Wenn Herrn D. Chladni's Folgerung richtig seyn sollte, so müfste folgender Satz feststehn: Es findet in der ganzen Atmosphäre nicht anders ein Knall Statt, als wenn ein fester, aufgeblähter Körper durch eingeschlofsne Luft zerspringt. Dieser Satz ist aber ganz ungegründet, mithin darf gar kein Beweis darauf gefufst werden.

Wenn wir indefs auch zugäben, dafs alle Feuerkugeln feste Körper sind, so würde sich doch daraus nicht darthun lassen, dafs ihre Entstehung innerhalb unsrer Atmosphäre *schlechterdings unmöglich* sey. Wer kennt alles, was in unsrer Luftkugel möglich ist und wirklich vorgeht, so genau, dafs er als gewifs und wahr behaupten darf: nur dies und nichts anderes könne innerhalb ihrer Grenzen geschehen? Herr D. Chladni glaubt zwar, die Unmöglichkeit des tellurischen Ursprungs der Feuerkugeln erhelle daraus, dafs weder in der obern Luft feste Massen sich zusammenballen kön-

sen, noch die auf der Erde vorhandnen Wurfkräfte hinreichen, feste Massen bis zu einer Höhe von einigen geographischen Meilen hinaufzuschleudern. Beides aber ist noch nicht entschieden; im Gegentheile kennen wir mehrere Thatsachen, welche die Möglichkeit jener geläugneten Ereignisse wenigstens begreiflich, wo auch nicht wahrscheinlich machen. Freilich sind uns noch wenige Umstände bekannt, wo aus flüssigen Körpern durch Mischungsveränderung augenblicklich schnell starre oder feste Massen entstehen; indessen hat uns die Erfahrung doch schon deutliche Fingerzeige gegeben, dass so etwas möglich sey. (Vergl. *Annalen*, XI, 195, 196.) Auf jeden Fall ist es sehr gewagt, bei unsern immer nur noch fragmentarischen Kenntnissen der besondern Naturphänomene und ihrer Ursachen, darüber entscheiden zu wollen, was hier oder dort im Weltraume möglich und was nicht möglich ist. Wären uns auch *hier unten* an der Erde alle Naturbegebenheiten mit ihren speciellen Ursachen und Gesetzen durchaus bekannt; so würden wir dennoch beim Urtheilen über Luftereignisse jenseits einer Kluft von einigen geographischen Meilen aufwärts in der Atmosphäre, sehr behutsam zu Werke gehen müssen, weil die Umstände, unter welchen dieselben chemischen Stoffe wirken, die hier an der Erdfläche gefunden werden, dort ganz anders sind, und ich halte es für jetzt als eine eitle Anmassung, aus den Erfahrungen hier unten am Grunde des Luftmeers, das unsre Erdkugel deckt, ge-

nau bestimmen zu wollen, was weiter nach der Oberfläche desselben hinaus geschehen und nicht geschehen könne. Hält sich jemand, mit Herrn D. Chladni, ungeachtet dieser, wie mir scheint, sehr gegründeten Erinnerungen, doch überzeugt, dass dort oben in unsrer Atmosphäre keine Rigidität der Körper möglich sey, weil diejenigen Stoffe, welche innerhalb des Wirkungskreises unsers Planeten gewöhnlich in fester Gestalt erscheinen, in jenen Luftgegenden fehlen; der möge bedenken, dass unsre sogenannten Elemente nicht einfache Substanzen, sondern Produkte einer noch unbekannten chemischen Operation sowohl in der organischen als auch in der unorganischen Natur sind. —— Gesetzt endlich, die Anwesenheit *ponderabler Stoffe* in der *dichtern Luftmasse* unsers Planeten sey *unmöglich*, wie sollten sich dann da, wo das den Weltraum erfüllende Mittel so *äusserst dünn und ätherisch ist*, dass auch der schwächste Lichtstrahl durch ihn viele tausend Billionen Meilen weit von den entlegensten Nebelflecken bis zu uns sich ungestört fortpflanzt, sich ohne Schwierigkeit *grobe ponderable Körpertheile* zusammenballen können? Das gröbere Mittel sollte diesemnach keine andern, als feine, und das weit dünnere dagegen gröbere Stoffe enthalten können. Um welcher Grundsätze willen ist diese Behauptung schlussgerecht? — In der That, ich begreife nicht, wie Herrn D. Chladni's Meinung über den nicht tellurischen Ursprung der meteorischen festen Körper sich rechtfertigen

läſst, und woher er die Einſicht hat, daſs ihr Entſtehen innerhalb unſrer Dunſtkugel *unmöglich* iſt. Nach meiner Ueberzeugung bleibt ſein vermeinter Beweis für ihren coſmiſchen Urſprung, den er durch die Unmöglichkeit des Gegentheils zu führen ſich getrauet hat, ſehr groſsen Zweifeln unterworfen.

Eben ſo verhält es ſich auch mit der Behauptung, daſs auf der Erde keine *Kraft* vorhanden ſey, welche einen feſten Körper zu einer ſo beträchtlichen Höhe emportreiben könnte, wie diejenige iſt, aus welcher meteoriſche feſte Maſſen herabgefallen ſeyn ſollen. Wir haben allerdings Kräfte, welche ganz erſtaunlich, und nicht ſelten auf dieſe Art wirken. Vorzüglich gehören hierher die *Waſſerdämpfe*, welche manchmahl, ungeachtet ihres anſcheinend unbedeutenden Vorraths, *) doch ſehr beträchtliche Zerſtörungen anrichten können. Ich werde hier eine Thatſache anführen, welche dies recht auffallend beweiſt. Der Beſitzer einer Windmühle auf dem ſogenannten *Tempelhoffſchen Berge* bei Berlin hatte am 22ſten Mai 1799 mit einem ganz neu aufgebrachten Läufer von Sandſtein aus Rothenburg an der Saale, das erſte Mahl, etwa 18 Stunden nach einander, bei einem ſteifen Winde, einen beträchtlichen Vorrath von Rocken gemahlen. Nachdem dieſe Arbeit vollendet war, und

*) Sie ſcheinen mir zuweilen aus dem bloſsen Kryſtalliſationswaſſer entſtanden zu ſeyn. *W.*

er mit einem bei sich habenden Gehülfen eben am Preſsbaume ſtand, um die Windmühle anzuhalten, entſtand oben im Gebäude ein entſetzlicher Knall, wie von einer abgefeuerten Kanone, der nicht nur die Mühle heftig erſchütterte, ſondern auch beide Menſchen gewaltig betäubte. Kaum hatten ſich dieſe von ihrem Schrecken erhohlt und der Urſache jenes ungewöhnlichen Ereigniſſes nachgeſpürt, ſo fanden ſie den Oberſtein in drei Stücke zerſprungen und nach verſchiednen Richtungen fortgeſchleudert. Das kleinſte Stück war rückwärts über die Oeffnung der zum Rumpfe hinaufführenden Treppe geflogen und in dahinter ſtehenden Mehlſäcken hängen geblieben; das eine von den beiden gröſsern Stücken hatte ſeitwärts zur Linken die Mehlleiſte, (einen eichnen, 2 Fuſs ins Gevierte dicken Balken,) zerſchmettert, ſo daſs ein Theil deſſelben nebſt dem daran hängenden Holzwerke auf die Erde herabgeſtürzt war; und das andere hatte vorwärts nicht nur mehrere Riegel der Vorderwand, ſondern auch die obere Verkleidung derſelben und den einen Windflügel ganz abgeſchlagen. *) Da dieſer letztere gewöhnlich 8 Zoll dick zu ſeyn pflegt, und, um der Bauart ſogenannter Bockmühlen oder Säulenmühlen willen, nahe an der Welle getroffen werden muſste,

*) Ein ähnliches Ereigniſs hatte ſich kurze Zeit nachher auf der Windmühle zu Rudo, 1 Meile von Berlin, und einige Jahr zuvor auf den Schleifmühlen in Spandau und Neuſtadt-Eberswalde zugetragen. *W.*

so konnte er, nach den Gesetzen des Hebels, durch kein kleineres Gewicht, als wenigstens von 90 bis 100 Zentnern brechen. Wenn nun auch das Stück, welches ihn zerschmetterte, 5 Zentner wog; so mufste es doch mit einer Gewalt fortgeschleudert werden, welche ihm eine Geschwindigkeit von 20 Fufs in einer Sekunde mittheilte. Und diese Gewalt vermochte das wenige Wasser auszuüben, welches in den Stein eingedrungen war, weil er eine Zeit lang an einer feuchten Stelle gelegen hatte. *) Was wird nun vollends eine grofse Menge dieser Flüfsigkeit ausrichten können, wenn sie aus dem tropfbaren Zustande in den dampfförmigen übergeht und hier sehr stark erhitzt wird? — — — **)

Ich glaube, ein jeder bedachtsame Leser der Chladnischen Schrift wird nach allem diesem die

*) Es ist sehr rathsam, die Mühlsteine recht trocken zu erhalten, wenn sie von solcher porösen Structur sind, wie der Rothenburger Sandstein, um das Zerspringen zu verhüten; denn ein eiserner Ring, wie ihn der Mühlenbesitzer auf dem Tempelhoffschen Berge bei Berlin um seinen neuen Läufer gelegt hat, möchte wohl nicht gegen alle Gefahr schützen. *W.*

**) Die Berechnungen, welche Herr Prof. Wrede über die Geschwindigkeit anstellt, mit welcher eine Masse von 100 Zentnern durch Wasserdämpfe, die bis 500° R. erhitzt sind, in die Höhe geschleudert werden könne, und andre damit zusammenhängende, scheinen mir Einwürfen ausgesetzt zu seyn, weshalb ich sie hier nicht mittheile. *d. H.*

überzeugenden Gründe für die Unmöglichkeit des tellurischen Ursprungs derjenigen Feuerkugeln, bei deren Erscheinung feste Massen von beträchtlichem Gewichte aus der Luft herabgefallen sind, ganz vermissen, und folglich die Unhaltbarkeit der Chladnischen Hypothese eingestehn.

Es ist daher die Frage, ob man nicht annehmen darf, dass alle Feuerkugeln *Auswürflinge von Vulkanen* sind; oder ob sich nicht einige dieser letztern zuweilen wirklich unter der Gestalt von feurigen Meteoren solcher Art sehen lassen? Das letztere lässt sich zuverlässig bejahen; — — — das erstere aber halte ich mich durch Erfahrung berechtigt bestimmt zu verneinen; eben so die Behauptung, dass *alle* Feuerkugeln feste Körper sind, welche aus dem weiten Himmel auf unsre Erde herabstürzen. Dass gasförmige und dampfförmige Körper dieselben leuchtenden Erscheinungen, als die feurigen Meteore, wovon hier die Rede ist, geben können, dafür finden sich Thatsachen, besonders am feuerspeienden Berge *Vesuv*. Nach Hamilton's Beobachtungen über den Ausbruch dieses Vulkans im Jahre 1794 am 15ten Junius erkaltet die Lava mit häufigem Krachen, und giebt dabei so laute Explosionen, wie das Eis in den Gletschern der Schweiz. Es dringt dann ein Dampf hervor, der sich zuweilen wie Sternschnuppen entzündet.*) Vielleicht waren auch

*) Hierher gehört die merkwürdige Erscheinung, welche unter dem Namen *Feuerwolf* bekannt ist, und wovon Torb. Bergmann in seiner *physi-*

die groſsen Feuerbälle, welche, Alexander von Humboldt's Nachricht zufolge, (*Annalen der Phyſik*, B. 6, St. 2,) bei dem Erdbeben in Cumana 1797 die Luft häufig durchkreuzten, ebenfalls ein Produkt der Zerſetzung und Oxydirung entweder von Dämpfen oder Gasarten, wo nicht zum Theil glühende Auswürflinge, welches aber doch hätte müſſen bemerkt werden können. Ueberhaupt ſind in vulkaniſchen Gegenden Feuerkugeln, fliegende Drachen, Sternſchnuppen und dergleichen feurige Meteore die gewöhnlichen Vorboten eines Erdbebens. Wenn man in jedem dieſer Phänomene einen feſten Körper erblicken, oder gar einen Ankömmling aus den weiten ſternloſen Räumen des Himmels erkennen wollte, welch ein ſonderbares Zuſammentreffen der Umſtände auf unſerm Planeten und auſserhalb deſſelben, würde da nicht vorauszuſetzen ſeyn, daſs gerade zur Zeit des Erdbebens jene coſmiſchen Fremdlinge, die ein berühmter Gelehrter Planetenkörner zu nennen beliebt hat, ſich wie Schwärme bei uns einſtellten? Man müſste hier nothwendig ein Cauſalverhältniſs annehmen, und entweder die Annäherung der coſmiſchen Klümpchen für die Urſache des Erdbebens, oder umgekehrt dieſes letztere als den Grund anſehen, daſs jene ſchaarenweiſe auf unſern

kaliſchen Erdbeſchreibung, B. 2, S. 81, erzählt, daſs ſie ſich 1718 zu Breslau einmahl wie ein Blitz und Feuerregen mit einem gewaltigen Knalle gezeigt habe. *W.*

Himmelskörper herabgeriſſen würden. Indeſſen möchte wohl das eine ſo widerſinnig ſeyn, wie das andere, und ſolches um ſo mehr, da es durch dieſe Thatſachen offenbar wird, daſs zur Entſtehung derjenigen Feuerkugeln, welche keine Auswürflinge von Vulkanen ſind, ein gewiſſer chemiſcher Zuſtand der Atmoſphäre nöthig iſt, deſſen Beſchaffenheit uns aber bis jetzt, aus Mangel an gehörigen Unterſuchungen, noch unbekannt bleiben muſste.

Wenn nun aber unſre Luftkugel *ſelbſt* die Bedingungen enthält, daſs dieſe meteoriſchen Körper ſich zuweilen ſchaarenweiſe zeigen *müſſen*; wie will man denn behaupten, daſs ihr Urſprung nicht telluriſch ſey? Und wenn ſo unzählig viele Feuerkugeln von bedeutender Gröſse vorkommen, wo wirklich keine feſten Körper aus der Luft herabfallen, wie läſst ſich denn die Hypotheſe rechtfertigen, daſs *allen* Feuerkugeln *Stein*- oder *Metallmaſſen* zum Grunde liegen? Die Fälle, wo keine feſten Körper vom Himmel fallen, ſondern wo die Grundmaſſe dieſer feurigen Meteore ſich in der Luft auflöſt und zerſetzt, verhalten ſich zu denen, wo man geſehen hat Steine und Stücke Eiſen aus der Luft herabſtürzen, gewiſs wie hunderttauſend, oder wie vielmahl hunderttauſend zu Eins. Was wollen die wenigen Ereigniſſe, welche man uns z. B. im Plinius, oder von Agram in Slavonien, von Siena im Toskaniſchen, von Terra Nuova in Kalabrien, von Tabor in Böhmen, von Juro bei Sagan in Schleſien,

von

von Mormes und Cotentin in Frankreich, von Yorkshire in England, von einigen Oertern in Südamerika, von Benares in Ostindien, oder von der Pallasschen Eisenmasse in Sibirien u. s. w. erzählt, was wollen diese sagen, in Vergleichung gegen die vielen feurigen Meteore, welche, nach Hrn. D. Chladni's Meinung, unter den Begriff der Feuerkugeln gehören und wovon manchmahl in einer einzigen Nacht mehrere tausend gesehen werden können? Ich will die Glaubwürdigkeit aller der Erzählungen von Steinen, die in Gegenden, wo es keine Vulkane giebt, vom Himmel gefallen sind, nicht in Zweifel ziehen, ungeachtet auf die Form der Beobachtung ein grofser Theil der Wahrheit ankömmt, und bei den meisten dieser Vorfälle keine eigentlichen Physiker oder gebildete Menschen, sondern ackerbautreibende Landbewohner, Schäfer, oder gar Bediente und Tagelöhner, die Augenzeugen waren, — — lauter Personen, welche, so wie manche Gelehrte von Profession, nicht immer ganz vorurtheilsfrei und genau genug beobachten; aber durch alle diese historischen Belege läfst sich noch gar nicht erweisen, dafs nur zuweilen, viel weniger denn mit jeder Feuerkugel oder Sternschnuppe ein cosmischer Körper auf unsern Erdball herabstürze. — — Nach dem Steinregen bei Siena fand man in der Nähe benachbarter Vulkane, z. B. des Monte Rotondo, welcher gerade um die Zeit gespieen hatte, mehrere unverkennbare Auswürflinge, welche sich blofs dadurch, dafs der Schwefelkies ihnen

mangelte, von den zu Siena aus der Luft herabgefallnen Steinen unterſchieden. (*Annalen der Phyſ.*, B. 6, St. 2, S. 156 f.) — — Daſs die nach Chladni und andern auf die Erde herabgeſtürzten dehnbaren Eiſenmaſſen vermittelſt der Friction in der Luft ſo weit erhitzt worden ſeyen, daſs ſie zum Schmelzen gekommen ſind, iſt nichts weiter, als eine leere Einbildung. *) —

Der Zuſtand des Brennens, worin ſich die gewöhnlichen Feuerkugeln befinden, giebt einen unumſtöſslichen Beweis, daſs in den allermeiſten dieſer meteoriſchen Körper weder geſchmolznes Eiſen noch bis zum Glühen erhitztes Geſtein vorhanden ſeyn kann; denn es iſt ſchlechterdings dem Laufe der Natur zuwider, daſs ein in Brand gerathner und bis zum Schmelzen erhitzter metalliſcher, oder überhaupt feſter und oxydirbarer Körper, in unſrer Atmoſphäre, beſonders in den niedrigen Regionen derſelben, bloſs einige wenige Sekunden in dieſem Zuſtande verbleibt. Das iſt aber jederzeit der Fall mit Feuerkugeln und Sternſchnuppen; denn die ſcheinbare Flamme dieſer Meteore verſchwindet oft ſchon mit der zweiten und dritten Sekunde. Wären es wirklich glühende feſte Maſſen, ſo müſsten

*) Herr Prof. Wrede ſucht die Unmöglichkeit der Sache durch Berechnungen vor Augen zu legen, die ich weglaſſe, da ſie auf unzuläſſigen Analogien, und nicht auf ſolchen Gründen beruhen, dergleichen ſich vielleicht aus dem folgenden Aufſatze Dalton's nehmen lieſsen. *d. H.*

sie sich hierin schlechterdings anders verhalten, und Erscheinungen geben, wie sie den in unsrer Atmosphäre geworfnen glühenden Körpern insgesammt eigen sind. Es müsste das Brennen in der untern, an Sauerstoff reichern Luft, mithin auch das Glühen und Leuchten zunehmen; ferner eine Verglasung, besonders in den meteorischen Massen, worin ausser der Kieselerde und Talkerde auch Thonerde und Kalkerde vorhanden ist, erfolgen, und eine deutliche Spur der Verschlackung wahrzunehmen seyn; aller Schwefel an ihrer Oberfläche müsste verbrannt, d. i., in gasförmige schweflige Säure verwandelt, oder doch wenigstens verflüchtigt seyn, und endlich müssten, wenn alle Feuerkugeln feste Massen wären, sich beim Zerspringen derselben glühende Stücke sehen lassen, welche zur Zeit der Nacht von oben herab bis unten an die Erdfläche mehrere leuchtende Strahlen bildeten, wie es eine schnell geschwenkte glühende Kohle thut. Aber von diesem allen wird man, wenigstens bei den gewöhnlichen Feuerkugeln, gar nichts gewahr; mithin fehlt es an denjenigen Merkmahlen ganz, welche einen in unsrer Atmosphäre glühenden festen Körper wesentlich charakterisiren, und die Hypothese, dass allen Feuerkugeln feste Massen zum Grunde liegen, wie auch, dass die angeblichen meteorischen Eisenmassen in der Luft geschmolzen seyn sollen, kann nicht bestehen.

Herr D. Chladni behauptet nun zwar in seiner Schrift, §. 13, dass Vulkane die Unschmelzbar-

keit des Eiſens und der Steine eben ſo wenig überwinden können, als das ſtärkſte künſtliche Feuer; daſs ferner die auſserordentliche Geſchmeidigkeit des Eiſens durch vulkaniſches Feuer wegfallen müſste, wenn die gefundnen Stücke gediegnen Eiſens einen telluriſchen Urſprung hätten; und daſs ſie endlich auf naſſem Wege auch nicht entſtanden ſeyn können, obwohl es ſolchergeſtalt gebildetes Eiſen gebe, weil man die Wirkung des Feuers zu deutlich an ihnen ſehe. Mir ſcheint es aber, als wenn dieſer Gelehrte in ſeinen Behauptungen viel zu weit geht, und bloſse Meinungen als Beweiſe aufſtellt. Fürs erſte nimmt Herr D. Chladni an, daſs die löcherige Textur ein weſentliches Kennzeichen der Schmelzung ſey; wenigſtens finde ich keinen andern Grund in ſeiner Schrift, worauf er ſeine Meinung ſtützen könnte. Iſt denn aber das löcherige Gewebe bei allen Foſſilien, denen es eigenthümlich zukömmt, ein untrügliches Kennzeichen, daſs ſie ſich irgend einmahl in einem Zuſtande der Schmelzung befunden haben, oder bloſs in dieſem und auf keine andere Weiſe gebildet worden ſind? Keineswegeſ! Fürs zweite, wie will man behaupten, daſs Eiſen und Steine im vulkaniſchen Feuer entweder völlig unſchmelzbar ſind, oder dieſe und jene beſtimmte Form darin annehmen müſſen? Wer kennt alle die verſchiednen Umſtände und Modificationen die für unſre Kunſt ganz unnachahmlich ſind, um ſagen zu dürfen: nur dies kann in Vulkanen geſchehen, und jenes iſt in allen ſchlechterdings unmög-

lich? Ich gebe zu, dafs es ſich nothdürftig bei einigen ſehr bekannten Vulkanen beſtimmen laſſe, was Produkt ihrer Art ſey, und was ſie gewöhnlich liefern müſſen. Aber wie viele Vulkane giebt es, welche wir von Grund aus kennen? Ich glaube, nicht einen einzigen. Und wären auch die Erzeugniſſe von mehrern unter ihnen durchaus bekannt, ſo würde doch die Form derſelben keine Nothwendigkeit, ſondern lediglich eine in manchem Betrachte unſichre Analogie für ſich haben, worauf man in Wahrheit nicht immer ſo zuverſichtlich bauen darf. Mir ſcheint es daher, dafs jedes entſcheidende Urtheil über das, was in Vulkanen vorgehen kann oder nicht, eine zu dreiſte Anmafsung iſt. Es hat überdies noch niemand angegeben, wie ſich ſtreckbares Eiſen verhält, wenn es geſchmolzen iſt. Warum will man ſich denn getrauen, zu behaupten, dafs die äufsern Kennzeichen der ſibiriſchen Eiſenmaſſen und ähnlicher Körper die wahren Merkmahle eines ehemahligen Zuſtandes der Schmelzung ſind? Können ſie denn nicht das blaſige Anſehen auf irgend eine andre Art, als gerade durch Schmelzung, und in irgend einem andern Zuſtande, als gerade in ihrer vollkommnen Dehnbarkeit erhalten haben? Ich glaube, dafs unſre metallurgiſchen Kenntniſſe für jetzt noch nicht ſo vollendet ſind, um dieſe Fragen durchaus verneinen zu dürfen.

Ohne mich hier noch bei einigen andern minder erheblichen Meinungen aufzuhalten, welche Herr D. Chladni als Beweiſe für ſeine Hypothe-

ſe eines coſmiſchen Urſprungs der angeblichen meteoriſchen Eiſenmaſſen angeſehen wiſſen will, gehe ich zu der Betrachtung eines merkwürdigen Umſtandes über, welchen der eben genannte Gelehrte zwar als einen gültigen Beweis für die Unmöglichkeit des telluriſchen Urſprungs der Pallasſchen Eiſenmaſſen und ähnlicher Körper anführt, wodurch ſich aber, nach unumſtöſslichen mathematiſchen Gründen, gerade das Gegentheil darthun läſst. Es haben nämlich einige Phyſiker geglaubt, den von Comus angeſtellten Verſuchen zufolge,*) behaupten zu dürfen, daſs die gediegnen Eiſenmaſſen durch einen *Blitz* geſchmolzen worden wären. Noch andre haben ſie für Eiſenoxyd angeſehen, welches überall auf dem Erdboden anzutreffen und durch den Blitz reducirt worden ſey. Hiergegen führt nun Hr. D. Chladni Folgendes an: „*Erſtlich* laſſe ſich zwar die Möglichkeit der Reduction und Schmelzung des Eiſens durch den electriſchen Funken nicht läugnen, da letzterer nicht allein dies thun, ſondern auch ſogar Quarz in Fluſs bringen könne; aber es ſey doch nicht wahrſcheinlich, daſs ein Blitz 15000 bis 17000 Pfund Eiſen auf einmahl zu ſchmelzen oder zu reduciren vermöge. *Nur als Feuerkugel könne eine ſolche Maſſe geſchmolzen werden.* (Vergl. §. 14 a. a. O.) Fürs *zweite* treffe man dieſe Maſſen zu Tage ausſtehend, und nicht in einiger Tiefe, wo

*) Crell's *Beiträge zu den chemiſchen Annalen*, 1784. *W.*

allenfalls ein ſolches Schmelzen vom Blitze eher angehen könne. (S. 51 f.) Zum *dritten* habe auch Beccaria Unrecht, wenn er annehme, daſs, ſo wie er durch einen vermittelſt der Electriſirmaſchine verdampften Waſſertropfen kleine metalliſche Körper fortſchleuderte, der Blitz die angeblichen meteoriſchen Maſſen auf eben dieſelbe Art von einer Stelle zur andern fortſchleudere; denn es wäre ſonderbar, wenn bloſs dieſe Maſſen der Fortſchleuderung unterworfen ſeyn ſollten, etc."

Was den *erſten* dieſer Gründe betrifft, ſo ſehe ich nicht ein, woher man berechtigt ſey, zu ſagen, daſs eine gediegne Eiſenmaſſe *nicht anders, als in einer Feuerkugel* geſchmolzen werden könne. Es dürfte nicht befremden, wenn die gediegnen Eiſenmaſſen, wo auch nicht immer, doch am öfterſten vom Blitze getroffen würden, da dieſes Metall unter allen electriſchen Leitern einer der vorzüglichſten iſt, und eben darum den Blitz weit ſtärker, als alle benachbarten Körper andrer Art, anlocken muſs. Der *zweite* Hauptgrund, nämlich die leichte Lagerung jener gediegnen Eiſenmaſſen in den Erdſchichten, oder ihr geſchiebeartiges Vorkommen, widerlegt vielmehr Herrn D. Chladni's eigne Hypotheſe gänzlich. Denn wären jene Körper, von denen einige 300 Zentner ſchwer gefunden worden ſind, aus dem weiten Himmelsraume mit einer Geſchwindigkeit von 4 bis 6 geographiſchen Meilen in 1 Sekunde auf die Erde herabgeſtürzt; ſo hätten ſie wahrlich nicht können oben auf liegen bleiben, ſon-

dern hätten viele hundert Klafter tief in den Boden einſchlagen müſſen, ſelbſt wenn der Stoſs unter einem ſehr ſchiefen Winkel geſchehen wäre. Nach den Verſuchen, welche man über die Schuſsweiten der Bomben angeſtellt hat, (m. ſ. *Anfangsgründe der Artillerie von* Carl Auguſt Struenſee, Leipzig und Liegnitz 1769, 2te Aufl., S. 326,) wird ein ſolcher Körper, der ohne Pulver etwa einen Zentner zu wiegen pflegt, aus einem 12zölligen Mörſer, mit einer ſphäriſchen Kammer, durch 18 Pfund Pulver, unter einem Erhebungswinkel von 45 Graden 10800 rheinl. Fuſs weit geworfen; folglich muſs ſeine gröſste Höhe, zu welcher er emporſteigt, 2700 Fuſs betragen. Durch den Fall aus dieſer Höhe muſs die Bombe eine zur Fallhöhe gehörige Geſchwindigkeit von 408 Fuſs erlangen, und mit dieſer dringt ſie gewöhnlich 3 bis 4 Fuſs tief in den lockern Erdboden ein. Läſst man nun eine andre Maſſe von eben dem Umfange und abſolutem Gewichte *) mit einer Geſchwindigkeit von 6 geographiſchen Meilen auf die Erdfläche herabſtürzen, ſo müſſen die Tiefen der Löcher, nach mechaniſchen Geſetzen, im Verhältniſſe der Quadratzahlen dieſer Geſchwindigkeiten von 408 Fuſs und

*) Da die angeblichen meteoriſchen Eiſenmaſſen ſehr blaſig und mit andern Körpern gemengt ſind; ſo darf man hier, ohne einen groſsen Fehler zu begehen, das Volum und abſolute Gewicht einer Bombe und einer ſolchen Maſſe einander gleich ſetzen. *W.*

6 Meilen ſtehn. Wo bleibt hier die Möglichkeit, daſs Körper dieſer Art zu Tage ausſtehend gefunden werden können? Sind etwa hohe Gebirge an der Stelle, wo ſie vor undenklichen Jahrtauſenden einſchlugen, ſo weit weggeſchwemmt worden, daſs ſie nun blofs da liegen? Oder findet man ſie jederzeit nur auf Felsgebirgen ruhend, wo ſie nicht über einige Zoll tief eindringen konnten? So unglaublich und unwahrſcheinlich das Erſtere iſt, eben ſo ſehr ſtreitet dies Letztere wider alle Erfahrung; denn ſtürzte eine glühende noch flieſsende Eiſenmaſſe mit einer ſo auſserordentlichen Vehemenz auf eine Granitklippe oder auf irgend ein Flözlager herab, ſo würde ſie entweder in das Felſengebirge tief hineinſchlagen, oder wenn der Widerſtand zu groſs wäre, doch wenigſtens in Millionen Stücke zerſpringen und weit umher zerſtreuet werden. — Da ſich dieſe coſmiſchen Eiſenklumpen, nach Herrn D. Chladni's Hypotheſe, in eignen Bahnen um die Sonne bewegen, und aus dieſen von der Attraction unſers Planeten herausgeriſſen werden, ſo können einestheils die Fälle, wo dergleichen Körper unſre Erde vermittelſt eines centralen Stoſses treffen müſsten, gar nicht ſo ſelten ſeyn; anderntheils muſs die Tangentialkraft, welche ſie zu einer Jahresbewegung um unſre Sonne nöthigt, gewiſs nicht viel gröſser, oder kaum ſo groſs als die Centripetalkraft nach unſrer Erde ſeyn, (denn ſonſt könnte dieſe letztere weiter nichts, als eine beträchtliche Störung in ihrer Bahnbewegung verur-

fachen,) und dann ist es nicht wohl möglich, daſs sie unter einem Winkel kleiner als 45° auf die Horizontalebene herabfallen. Gesetzt indeſs auch, daſs der Winkel, unter welchem der excentrische Stoſs gegen den Horizont geschieht, nur 30° beträgt; so wird doch die Gewalt, womit der fallende Körper in diesem Falle gegen den Erdboden schlägt, noch halb so groſs seyn als die Gewalt des centralen Stoſses. Man verringere daher die Geschwindigkeit auch noch so sehr, und nehme z. B. nur die *mittlere* Geschwindigkeit, womit Feuerkugeln und Sternschnuppen sich in unsrer Atmoſphäre zu bewegen pflegen, so würden wir doch die sibirische Eisenmaſse so wenig, wie andere Körper dieser Art, auf unsrer Erde wiederfinden können, wenn sie aus dem hohen Himmel auf unsern Planeten herabstürzten. Ihre entsetzlichen Spuren würden wir sehen; sie selbst aber, indem sie gewaltig tief in der Erde stecken oder in Millionen Stückchen zersplittert seyn müſsten, niemahls entdecken.

Hiermit fällt nun, nach meiner Ueberzeugung, auch die kühne Hypothese weg, welche neulich ein bekannter französischer Gelehrter in Schutz genommen zu haben scheint, und wonach die aus der Luft herabgefallnen Mineralkörper *Auswürflinge der Vulkane im Monde* seyn sollen. Ob es solche Vulkane wirklich geben möge? Das ist freilich eine Frage, die sich nicht leicht beantworten läſst; denn es kann immer seyn, daſs die Aehnlichkeit zwischen unsrer Erde und ihrem Trabanten blos scheinbar

iſt, und daſs die Mondalpen nicht nur einen ganz andern Urſprung haben, ſondern auch aus ganz anderer Maſſe geformt ſind, als die vulkaniſchen Kegelberge *) unſers Planeten. „Die aus der Luft „gefallenen Steine," urtheilt man, „gehören nicht „auf unſrer Erde zu Hauſe; wo ſollten ſie denn „nun anders herkommen, als von dem uns zunächſt „ſchwebenden Himmelskörper? Und da ſie dieſem „durch die bloſse Attraction des Hauptplaneten „nicht entführt werden können; wie ſollte dies an„ders angehen, als daſs des Mondes eigne Wurf„kräfte hierzu die erſte Veranlaſſung gaben?" Was die Behauptung betrifft, daſs die aus der Luft gefallnen Mineralkörper nicht auf unſrer Erde zu Hauſe gehören, ſo beziehe ich mich auf das, was ich im Vorigen ſchon darüber geſagt habe. Aber in Rückſicht auf den übrigen Theil dieſer Schluſsfolge halte ich für nöthig, hier noch zu beweiſen, daſs ſie ungegründet iſt, und zwar aus folgenden Gründen: 1. Weil die gar geringe Tiefe, zu welcher dieſe Körper in unſern Erdboden eindringen, der ſehr groſsen Geſchwindigkeit, welche ſie durch das Herabfallen vom Monde erlangen müſsten, nach

*) Da der allergröſste Theil der Erdgebirge ſein Entſtehen, wenigſtens den äuſsern Figur nach, dem flieſsenden Waſſer zu verdanken hat; ſo findet zwiſchen den Oberflächen unſrer Erde und des Mondes wenig Aehnlichkeit ſtatt, weil wir auf der letztern keine Waſſerbehälter entdeckt haben. W.

Gründen der Mechanik widerſtreitet; 2. weil die Zeit ihres Falles vom Monde herab viel zu lang iſt, als daſs ſie glühend bleiben könnten; 3. weil man keinen wahrſcheinlichen, viel weniger einen überzeugenden Grund hat, auf dem Monde ſo erſtaunliche Wurfkräfte anzunehmen, als zum Fortſchleudern der gröſsten vulkaniſchen Auswürflinge erforderlich wären; 4. weil dieſe letztern eben deshalb nicht in ſo tiefen geographiſchen Breiten niederfallen könnten, wie ſie in Sibirien gefunden worden ſind; und 5. weil die feſten Meteorkörper nicht einmal 2 Erdhalbmeſſer hoch herabgefallen ſeyn können. — — — *)

Meine Abſicht bei dieſen kritiſchen Bemerkungen ging dahin, den Leſer aufzufordern, daſs er bei der *genauern Prüfung* der neuern Erklärungen dieſer Meteore wohl unterſcheiden möge, was bloſse Hypotheſe und was Thatſache iſt. Die Naturforſchung ſollte billig in den Zuſammenhang unſrer phyſikaliſchen Erkenntniſſe nichts aufnehmen, als beſtätigte Wahrheit. Sie hat in dieſer Hinſicht zwei

*) Herr Prof. Wrede gründet den Beweis dieſer Behauptungen auf Berechnungen, die ich übergehe, da ſie mir zu mangelhaft und deshalb nicht ſtringent zu ſeyn ſcheinen. Ueber den Widerſtand, den der ſelenitiſche Ankömmling in der ganzen Atmoſphäre leiden würde, finden ſich einige Berechnungen von Dr. Brandes in Voigt's *Magazin*, B. 5, S. 156 f. *d. H.*

Gerichtsbarkeiten, die *Phyſik* und die *Chemie*, vor welche Behörden jede Meinung gezogen werden muſs, die nicht das Reſultat unmittelbarer Wahrnehmungen, ſondern bloſs die Frucht der Einbildung iſt. Bei dem in dieſer Abhandlung beleuchteten Gegenſtande hat die Chemie, ſeit einiger Zeit, ihre Obliegenheit erfüllt. Wir haben durch die geſchickteſten Scheidekünſtler unſrer Zeit, einen Klaproth, Vauquelin, Howard u. ſ. w., den Gehalt derjenigen Stoffe kennen gelernt, woraus die angeblichen feſten Meteorkörper zuſammengeſetzt ſind. Ihren Unterſuchungen zufolge beſtehen ſie aus *Kieſelerde*, *Talkerde*, *Eiſen*, *Nickelmetall* und *Schwefel*, lauter unzerlegte Stoffe, welche auf unſrer Erdkugel *einheimiſch* ſind! Hieraus würde nicht nur die Möglichkeit, ſondern auch die höchſte Wahrſcheinlichkeit hervorgehen, daſs jene meteoriſchen Maſſen einen telluriſchen Urſprung haben. Aber ihre Structur trägt ſo etwas Fremdes an ſich, was bisher auf dem gewöhnlichen Wege der mineralogiſchen Unterſuchungen nicht vorgekommen iſt, und gleichwohl zeigt ſich eine auffallende Gleichförmigkeit in derſelben; auch kommen dieſe Körper in Gegenden vor, die von feuerſpeienden Bergen weit entlegen ſind. Daher will man ſie weder für *Auswürflinge der Erdvulkane*, noch für *Niederſchläge* ganz eigner ſynthetiſch-chemiſcher Operationen in unſrer Atmoſphäre, ſondern lieber für auswärtige Maſſen anſehen, die ſich in den ſternloſen Räumen des Himmels entweder urſprünglich befinden, oder von Zeit

zu Zeit darin erzeugen, oder die weit und brei umherfliegende Stücke zerſprengter Sternkugeln ſind. *) Da ſich nun das Gebiet der Chemie nicht ſo weit erſtreckt, daſs ſie über Behauptungen dieſer Art einen entſcheidenden Ausſpruch thun könnte, ſo muſs die Phyſik den Faden der Unterſuchung da aufnehmen, wo es nöthig iſt, die Phantaſie in den Schranken des Geſetzes und der Beweiſe zu halten, um zu verhüten, daſs wir nicht voreilig unſre Aufmerkſamkeit von der Erde wegwenden, und darüber theils die ſorgfältigere Unterſuchung desjenigen, was uns ſo nahe liegt, verabſäumen, theils wichtige Entdeckungen hier auf unſerm einheimiſchen Boden, der doch an Problemen noch ſo reichhaltig iſt, durch unſre eigne Schuld verſpäten.

Möge dieſe Bemerkung dem gegenwärtigen Aufſatze zur Rechtfertigung dienen. Er giebt allerdings nur ein verneinendes Reſultat, daſs nämlich der nicht-telluriſche Urſprung der feſten Meteorkörper bis jetzt unerwieſen iſt; aber es wird doch wenigſtens, wenn anders die vorhergehende Schlufsreihe wahr iſt, der eine Gewinn dadurch erhalten werden, daſs das Feld der Unterſuchung jetzt an Ausdehnung verliert und ſich deſto leichter überſchauen läſst. Mit Einem Worte, ich will, daſs

*) Man hat dieſe letztern Meinungen wirklich geäufsert. Herr Olbers in Bremen glaubt ſogar, daſs Ceres und Pallas ehemahls einen einzigen Planeten ausgemacht haben, welcher in mehrere Stücke zerſprengt worden ſey. *W.*

man mit der Unterſuchung, welche durch die aus der Luft gefallnen Mineralkörper veranlaſst worden iſt, hier unten auf unſrer Erde und in ihrer Atmoſphäre ſtehen bleibe. Es würde Anmaſsung ſeyn, wenn ich beſtimmen wollte, hier oder dort müſſe die Urſache der ſonderbaren Phänomene liegen; das Eiſen müſſe z. B. im Waſſerſtoffgas aufgelöſet und aus dieſem reguliniſch niedergeſchlagen werden, ſo wie, nach Tromsdorff's neuern Verſuchen, das Arſenikmetall aus dem Arſenikwaſſerſtoffgas reguliniſch abgeſchieden werden kann. *) Aber zweierlei getraue ich mir zu behaupten: erſtlich, daſs die Möglichkeit des terreſtriſchen Urſprungs jener fe-

*) Eine Stelle aus Dalton's *Experimental Eſſay's* in den *Memoirs of Manchester*, Vol. V, P. 2, p. 535 f., die ſich am Ende des erſten *Eſſay*, „über die Beſchaffenheit gemiſchter Gasarten und der Atmoſphäre," findet, verdient hier ausgehoben zu werden. Dalton fügt dort den Betrachtungen, welche man aus den *Annalen*, XII, 385, und XIII, 438, kennt, folgende Bemerkung bei: „Lavoiſier glaubte, die höhern Regionen der Atmoſphäre wären mit einem brennbaren Fluido erfüllt, welches der Sitz des Nordlichts und andrer feuriger Meteore ſey. Dieſe Meinung iſt nicht unwahrſcheinlich; nur kann dieſes Fluidum nicht Waſſerſtoffgas ſeyn, weil die Theilchen des Waſſerſtoffgas ſich mit den Theilchen der übrigen Gasarten in der Atmoſphäre nicht repelliren, wie daraus erſichtlich iſt, daſs es ſich durch dieſe Gasarten faſt augenblicklich verbreitet und mit ihnen mengt. In dieſen höhern Regionen giebt es

ſten Meteorkörper ſich nicht abläugnen läſst; denn wer kennt das Innere unſrer Erde und Atmoſphäre ſo genau, daſs er mit Gewiſsheit ſagen dürfte: es iſt unmöglich. Fürs zweite halte ich mich überzeugt, daſs Feuerkugeln mit Inbegriff der Sternſchnuppen ganz andre Materien ſind, als die aus der Luft herabgefallnen Mineralkörper, und daſs dieſe letztern, wenn ſie anders wahre Meteore ſind, einen eignen Namen verdienen. Anſtatt aller Beweiſe für dieſe letztere Behauptung gebe ich nur dies Eine zu bedenken, daſs, wenn jede gemeine Feuerkugel und Sternſchnuppe, unter der alljährlich zu vielen

vielleicht Gasarten, die ſelbſt, oder deren Grundſtoffe wir hier unten nicht haben, und deren Theilchen ſich mit denen unſrer Atmoſphäre, nach der erſten oder der zweiten Hypotheſe, repelliren. Sind ſie zugleich ſpecifiſch leichter, ſo müſſen ſie über die atmoſphäriſche Luft aufſchwimmen, und dadurch ſich für immer den Nachforſchungen des Phyſikers entziehn. Lavoiſier bemerkt, daſs ſich vielleicht ſelbſt Metalltheilchen in der Atmoſphäre befinden. In meinen *Meteorological Eſſays*, p. 180, habe ich gezeigt, daſs eine Flüſſigkeit, welche *magnetiſche* Eigenſchaften beſitzt, und die wir daher nicht umhin können für *eiſenartig*, (*of a ſarruginous quality*,) zu halten, die höhern Regionen der Atmoſphäre einnehme; wahrſcheinlich würde es aber hier immer über die Kräfte des Naturforſchers gehn, die Natur eines ſo feinen und ſo entfernten Fluidi auszumitteln.“ *d. H.*

vielen Tauſenden erſcheinenden Menge, ein Meteorſtein wäre, unſer Erdboden von Körpern dieſer Art ſchon längſt überſäet, oder auch zerlöchert, und in den Jahrtauſenden unſrer Geſchichte unzähliger Schaden durch ſie angerichtet ſeyn müſste. Ich bin alſo gewiſſermaſsen der Meinung Bergmann's, welcher verſchiedne Arten von Feuerkugeln annahm, und ich zweifle nicht, daſs ich dadurch am beſten vor Irrthum geſichert ſeyn werde. Dieſemnach würde ich einen Unterſchied machen zwiſchen feurigen Meteorkörpern, die in *feſter* und *nicht-feſter* Geſtalt erſcheinen. Dieſe letztern zeigen ſich unſtreitig am häufigſten, und jene ſehr ſparſam. In dieſer Hinſicht dürfte ich dann auch kein Bedenken tragen, der Behauptung des Herrn D. Chladni Recht zu geben, daſs Feuerkugeln, ſofern darunter nicht die *gewöhnlichen*, wohin auch die Sternſchnuppen gehören, ſondern die feſten aus der Luft herabgefallnen Maſſen verſtanden werden, äuſserſt ſeltne Erſcheinungen ſind.

Was den Urſprung der *nicht-feſten* Feuerkugeln und Sternſchnuppen betrifft: ſo iſt nicht zu läugnen, daſs er einzig und allein in unſrer Atmoſphäre geſucht werden müſſe, weil viele dieſer Meteore ſehr niedrig erſcheinen und nahe über der Erdoberfläche fortſchieſsen, oder ſich in den untern Gegenden der Atmoſphäre bilden und nach allen möglichen, bald ſchrägen, bald lothrechten Richtungen in die obern Gegenden hinauffahren. — Sind die *feſten* Meteor-

körper keine *vulkaniſchen Produkte*, ſo iſt es wahrſcheinlich, daſs in dem chemiſchen Laboratorium unſrer Atmoſphäre zuweilen Ereigniſſe vorgehen, wodurch die der Rigidität fähigen Körper aus ihrem Zuſtande der Auflöſung in elaſtiſch-flüſſigen Mitteln ſchnell in den Zuſtand der Feſtigkeit verſetzt werden. Es muſs nicht aus der Acht gelaſſen werden, daſs man bei dem Steinregen zu Siena 1794 in einer anſehnlichen Höhe über derjenigen Stelle, wo dieſe Mineralkörper niederfielen, kleine Wolken, und an dieſen, vor jedem Herabſtürzen der erſtern, eine ganz beſondere Bewegung wahrgenommen hat. So ſind mehrere Erſcheinungen der Art, (wenn vorausgeſetzt werden darf, daſs jedes Mahl feſte Körper dabei vorhanden waren,) von Umſtänden begleitet geweſen, welche auf etwas andres hindeuten, als daſs bloſs ein geworfner Stein durch die Luft hinfuhr. Manchmahl kündigten dieſe Phänomene ſich mit einem entſetzlichen Getöſe an, welches bald dem Knalle einer Kanone, bald einem Donner, bald dem Geraſſel vieler Wagen glich, u. ſ. w. Girtanner ſtellte ſich das Entſtehen eines Donners ſo vor, daſs eine Menge Waſſer, welche ſehr plötzlich aus dem gasförmigen Zuſtande in den tropfbaren verſetzt würde, ein Vacuum bilde, in welches die atmoſphäriſche Luft von allen Seiten zuſammenfahre, und dadurch eine Erſchütterung veranlaſſe, wodurch ein heftiger Schall verbreitet werde. Wenn man ſich noch andre, als tropfbare,

nämlich feſte Körper in der gasförmigen Flüſſigkeit, die unſre Erdkugel umgiebt, aufgelöſt denken darf, ſo lieſse ſich die Girtannerſche Vorſtellung auf ihre Reduction zur feſten Körperform anwenden. Dem ſey wie ihm wolle, ſo muſs auf jeden Fall eine gewaltige chemiſche Entmiſchung in der Atmoſphäre ſtatt finden, wenn ſich *ſolche* Feuerkugeln bilden, die Donnerſchläge verurſachen, welche auf 80 Meilen weit gehört werden können. (Siehe Torb. Bergm. *Phyſik. Beſchreibung der Erdkugel*, Bd. 2, S. 79 e.) Dürften wir nicht alle feſten Körper überhaupt, die zuweilen aus der Luft herabgefallen ſind und noch andre Grundſtoffe enthalten haben ſollen, als die bisher chemiſch unterſuchten, (m. ſ. Chladni's oben angef. Schrift, S. 26,) für Beiſpiele anſehen, wie die Natur zu Werke geht, um feſte Körper zu bilden, und für Beweiſe, daſs ſie nicht immer nöthig habe, den Weg der langſamen Schmelzung im Feuer und der noch weit langſamern Kryſtalliſirung in tropfbaren Flüſſigkeiten zu nehmen? Unſre Chemie kennt bis jetzt nur dieſe beiden letztern Methoden; aber wie mangelhaft überhaupt iſt auch zur Zeit noch ihre Syntheſis, und wie weit hinter der Analyſe zurück! — — Wären wir mit den Geſetzen genauer bekannt, wonach die Natur verfährt, indem ſie Körper, an denen wir nur die feſte und tropfbare Form gewohnt ſind, z. B. Eiſen und Erden, unfähig macht, durch unſre empfindlichſten Reagentien weder in

tropfbaren noch in gasförmigen Flüſſigkeiten entdeckt zu werden; ſo würden uns unſtreitig Erſcheinungen, wie die hier betrachteten, nicht mehr befremden. Aber noch ſind wir nicht im Beſitze einer Erfahrung, die wir als Analogie darauf anwenden, das heiſst, die jene Phänomene uns begreiflich machen könnten; wir dürfen für jetzt bloſs zweifelhaft vermuthen, und müſſen die nähern Aufſchlüſſe darüber erſt von der, an geſammelten Thatſachen hoffentlich reichern, Zukunft erwarten.

VI.

VERSUCHE

über Wärme und Kälte, die bei mechanischer Verdichtung und Verdünnung der Luft entstehn,

von

JOHN DALTON

in Manchester. *)

Wird in einem Recipienten, worin ein Thermometer eingeschlossen ist, die Luft schnell verdichtet, so steigt das Thermometer einige Grade über die Temperatur der Luft; umgekehrt sinkt es um einige Grade, wenn die Luft im Recipienten verdünnt wird. In beiden Fällen tritt das Thermometer nach einiger Zeit wieder zu seinem vorigen Stande zurück. Diese Thatsachen sind den Physikern wohl bekannt; nur in der Erklärung derselben stimmen sie nicht überein. Ich hielt es der Mühe werth, eine Reihe von Versuchen darüber anzustellen. Sie führen, wenn ich nicht irre, zu einem deutlichen Aufschlusse über die Ursach des Phänomens, und lassen das Factum selbst aus einem etwas andern Gesichtspunkte erscheinen, als worans es sich beim ersten Anblicke zeigt.

Ein Umstand verdient vorzüglich Bemerkung, dass nämlich das Queckſilber in diesen Versuchen

*) Aus den *Memoirs of the Soc. of Manchester*, Vol. 5, P. 2, p. 515. *d. H.*

immer *sehr schnell* steigt oder fällt, während es in der freien Luft, wenn es 2 oder 3 Grade über oder unter der Lufttemperatur steht, seinen Stand nur sehr langsam ändert. Dieses scheint alle auf die Idee gebracht zu haben, die Glaskugel des Thermometers gebe vermöge ihrer Elasticität dem Luftdrucke etwas nach; dass dieses indess nicht der wahre Grund sey, wird daraus klar, dass die Wirkung gleichmässig statt hat, das Thermometer mag zugeschmolzen oder offen seyn. Ein Thermometer, das ich nicht zugeschmolzen hatte, veränderte sich immer auf eben die Art und eben so stark, (einige nachher zu erwähnende Umstände ausgenommen,) als ein anderes, das zugeschmolzen war; die Ungleichheit des Drucks auf die Glaskugel hatte daher keine merkbare Wirkung auf den Thermometerstand, und die Ursach musste auf einer wirklichen Veränderung in der Temperatur beruhen.

Zu den folgenden Versuchen hatte ich ein so kleines und empfindliches Thermometer ausgewählt, dass die Gradscale gross genug war, dass sich daran noch $\frac{1}{10}$ Grad unterscheiden liess.

Versuch 1. Dieses Thermometer hing ich mit seiner Kugel mitten in einen Recipienten, der ungefähr 120 Kubikzoll fasste. Nachdem alles die Temperatur des Zimmers, das nicht geheizt war, angenommen hatte, pumpte ich die Luft aus dem Recipienten, und liess sie darauf wieder hinein, wobei der Thermometerstand sorgfältig beobachtet

wurde. Das Mittel aus mehrern Verſuchen, die nahe zuſammenſtimmten, war folgendes:

Das Therm. ſtand in d. Luft d. Zimmers auf 36,8° F.
beim Auspumpen ſank es bis auf 34,7
beim Zulaſſen der Luft ſtieg es bis auf 38,9

Die Schnelligkeit des Sinkens und des Steigens ſetzte mich am meiſten in Verwunderung. Einiges Nachdenken führte mich auf die Vermuthung, die wirkliche Temperaturveränderung der Luft oder des Mittels möge in der That weit gröſser ſeyn, als das Thermometer ſie angiebt, jedoch nur wenige Sekunden dauern, weil der Recipient und Teller einer geringen Luftmenge, die kaum 40 Gran wiegt, augenblicklich Wärme zuführen oder nehmen. Die Erſcheinungen am Thermometer ſchienen dieſer Annahme einer *groſſen Wärme oder Kälte*, die auf daſſelbe nur wenige Sekunden einwirke, ſehr gut zu entſprechen.

Verſuch 2. War dieſe Annahme richtig, ſo muſste von zwei Thermometern, das eine mit einer kleinen, das andre mit einer gröſsern Kugel, die im Recipienten aufgehangen wurden, das erſtere beträchtlichere Variationen als das letztere zeigen. Ich brachte daher zwei Thermometer hinein, deren Kugeln, die eine 0,35, die andere 0,65 Zoll im Durchmeſſer hatten, und wiederhohlte den vorigen Verſuch. Die mittlere Variation des mit der kleinern Kugel betrug 2,8°, und des mit der gröſsern Kugel 2,2°.

Verſuch 3, mit dem kleinen Thermometer in drei verſchiednen Lagen. Als die Thermometerkugel 1. ſich im Mittelpunkte des Recipienten befand, 2. das naſſe Leder des Tellers, und 3. die Seite des Recipienten berührte, ſank das Thermometer beim Auspumpen und ſtieg es beim Einlaſſen der Luft um folgende Gröſsen:

	ſank es	ſtieg es
in der erſten Lage	um 2,45°	um 4,05°
in der zweiten Lage	2,15	2,25°
in der dritten Lage	1,2	2,8

Verſuch 4. Als ich die Thermometerkugel im Recipienten in ungefähr 1 Kubikzoll Waſſer getaucht hatte, das ſich in einem Weinglaſe befand, ſank das Thermometer beim Auspumpen plötzlich um $\frac{1}{2}$° und blieb dann ſtehn. Beim Hineinlaſſen der Luft ſtieg es plötzlich wieder $\frac{1}{2}$°. — Alle dieſe Verſuche beſtätigen meine Vermuthung, daſs in ihnen ein weit höherer Grad von Wärme und Kälte erzeugt wird, als das Thermometer anzeigt, der aber nur zu kurze Zeit dauert, um die Temperatur des Queckſilbers demſelben ganz entſprechend ändern zu können. Die folgenden Verſuche ſollten dienen, wo möglich, den *wahren* Wärme- und Kältegrad, der in dieſen Prozeſſen entſteht, auszumitteln.

Verſuch 5. Der Recipient, deſſen ich mich in allen dieſen Verſuchen bediente, wurde, wie ich fand, vermittelſt der Luftpumpe *in einer Minute* exantlirt. Das kleine Thermometer ſank in der erſten halben Minute nahe 2°, und in der zweiten

halben Minute um die wenigen übrigen Zehntelgrade. Als nun alles in unverändertem Zuſtande blieb, wurden einige Minuten erfordert, bevor das Thermometer *einen* Grad der verlornen Wärme wieder erlangte. Beim Oeffnen des Hahns füllte ſich der Recipient in 5 Sekunden mit Luft, und die gröſste Geſchwindigkeit im Anſteigen des Queckſilbers fiel ungefähr auf das Ende dieſer Zeit. Das Anſteigen dauerte 30 bis 40 Sekunden lang; $\frac{3}{4}$ des Effects erfolgten aber in den erſten 10 Sekunden. Die gröſste Geſchwindigkeit, mit der das Queckſilber ſtieg, war 1° in $3\frac{1}{2}$ Sekunde. Nachdem das Thermometer den höchſten Stand erreicht hatte, fiel es um ungefähr $\frac{1}{10}^{\circ}$ in jeder Minute.

Verſuch 6. Wurde daſſelbe Thermometer bis 50° über die Temperatur der Luft erwärmt, und lieſs ich es in der Luft ſich abkühlen, ſo fing es an zu fallen, ebenfalls nach dem Verhältniſſe von 1° in $3\frac{1}{2}$ Sekunde.

Die beiden letzten Verſuche ſcheinen zu beweiſen, daſs, wenn Luft auf die gewöhnliche Art in den Recipienten gelaſſen wird, *das Medium im Recipienten eine Temperaturerhöhung von* 50° *F. auf* $3\frac{1}{2}$ *Sekunde* (for $3\frac{1}{2}$ ſeconds) *erleidet*. Dieſe hohe Temperatur wird in *einigen wenigen Sekunden* von dem Recipienten und den umgebenden Körpern zu ihrer eignen Temperatur herabgebracht.

Die folgenden Verſuche wurden mit *verdichteter Luft* angeſtellt.

Verſuch 7. Der Recipient zum Verdichten der Luft beſtand aus einer Glaskugel, die einen mehr als noch einmahl ſo groſsen Inhalt als der vorige Recipient hatte, (ungefähr 1 Gallon faſste,) und mit einer meſſingnen Kappe und einem Hahne verſehn war. Ich hing in dem Mittelpunkte derſelben ein Thermometer mit einer gröſsern Kugel als das vorige auf, und verdichtete darauf die Luft vermittelſt einer Condenſationspumpe bis zum Doppelten. Das Thermometer ſtieg dabei um 2° oder mehr. Als ich nun die Luft plötzlich herauslieſs, ſank das Thermometer augenblicklich ſtets um 3° bis 3,5°. Zugleich entſtand ein auſserordentlich dichter Dunſt im Recipienten, der bald verſchwand.

Da ich vermuthete, daſs *Waſſerdunſt*, dergleichen immer in der Atmoſphäre exiſtirt, und der nach Umſtänden bald tropfbar-flüſſige, bald Luftgeſtalt annimmt, die Haupturſach der Erzeugung von Wärme und Kälte beim Condenſiren und beim Verdünnen der Luft ſey; ſo glaubte ich, würde durch Vermehrung deſſelben eine gröſsere Wirkung hervorzubringen ſeyn, und müſste kalte Luft, die weniger Waſſerdunſt enthält, eine geringere Wirkung erzeugen. Allein es fand das Umgekehrte ſtatt, wie aus Folgendem erhellt.

Verſuch 8 *und* 9. An einem kalten Morgen, im Winter von 1800 auf 1801, als bei heiterm Himmel das Thermometer auf 20° ſtand, ſetzte ich Recipienten und Condenſationspumpe 15 Minuten lang in die freie Luft, damit ſie dieſelbe Temperatur an-

nehmen ſollten, condenſirte dann die Luft bis zum Doppelten, und öffnete nun ſchnell den Hahn, worauf das Queckſilber nach einem Mittel aus 5 Verſuchen um 3,3° fiel. Der niedergeſchlagne Dunſt war weiſser und nicht ganz ſo dicht als gewöhnlich.

Ich ſetzte darauf Recipienten und Luftpumpe in einen Färberofen, deſſen Temperatur ungefähr 100° betrug, und wo die Luft voll Waſſerdunſt in durchſichtigem Zuſtande war. Ich wiederhohlte nach einiger Zeit mit ihnen den vorigen Verſuch, und jetzt ſank das Thermometer nach einem Mittel aus 5 Minuten nur um 3°, und es ſchlug ſich ein ſo ſtarker und dichter Nebel nieder, daſs ſich durch ihn die Thermometergrade nur eben noch erkennen lieſsen.

Dieſe Verſuche zeigen, daſs, je gröſser die Menge des condenſirten Waſſerdunſtes iſt, die Temperaturveränderung deſto kleiner ausfällt, und daſs folglich in Luft, die ganz frei von Waſſerdunſt wäre, die Temperaturveränderung ein *Maximum* ſeyn würde. Dieſes ſtimmt auch ganz mit dem bekannten Geſetze überein, daſs, wenn Dämpfe condenſirt werden, Wärme frei wird. Jeder Prozeſs, der die Luft abkühlen ſoll, muſs durch Condenſirung eines Theils des Waſſerdampfs, den ſie enthält, retardirt werden. Man ſetze z. B., daſs ein Theil der Atmoſphäre $\frac{1}{60}$ ihres Gewichts an Waſſerdampf enthalte, und daſs bei einer Kälte von 5o° davon $\frac{2}{3}$ condenſirt werden, folglich $\frac{1}{100}$ der ganzen elaſti-

ſchen Flüſſigkeit in Waſſer verwandelt werde; ſo muſs die Wärme, die dabei frei wird, hinreichen, die Temperatur der ganzen übrigen Luft- und Dampfmaſſe um 6 oder 8 Grad zu erhöhen, und dieſes reicht völlig hin, den geringen Unterſchied zwiſchen den Reſultaten mit warmer feuchter und kalter trockner Luft genügend zu erklären. Es fehlt folglich ſo viel daran, daſs Waſſerdunſt die Veränderungen der Temperatur, von denen hier die Rede iſt, bewirke, daſs er vielmehr die Wirkung vermindert.

Aller Zweifel, der mir noch über die *wahre* Temperaturveränderung, ſo wie ich ſie eben beſtimmt habe, übrig blieb, wurde durch die Reſultate der beiden folgenden Verſuche vollſtändig weggeräumt.

Verſuch 10. In den groſsen Recipienten wurde eine dünne graduirte Glasröhre gebracht, die 12 Zoll lang und nur $\frac{1}{15}$ Zoll weit, und am einen Ende zu, am andern offen war. Durch etwas Queckſilber wurde darin eine Luftſäule von gegebner Länge geſperrt, vermittelſt deren ſich die geringſten Veränderungen in der Elaſticität der eingeſchloſsnen Luft wahrnehmen lieſsen. Ich verdichtete nun die Luft im Recipienten bis zum Doppelten und öffnete auf einen Augenblick den Hahn. Sogleich lief das Queckſilber in dem kleinen Manometer bis zu ſeinem vorigen Stande hinauf. Kaum war aber der Hahn wieder geſchloſſen, ſo ſank das Queckſilber allmählig 5 bis 10 Sekunden hindurch um nahe $\frac{1}{10}$

der ganzen Luftſäule, und blieb darauf ſtehn. Oeffnete ich den Hahn aufs neue und lieſs einen Antheil Luft entwiſchen, ſo ſtieg das Queckſilber wiederum bis zu ſeinem anfänglichen Stande. Bei Wiederhohlung des Verſuchs war der Erfolg immer derſelbe.

Verſuch 11. Vermittelſt eines Drahtes wurde die Queckſilberſäule des Manometers ſo weit herabgebracht, daſs ſie nur um $\frac{1}{4}$ der Röhre von dem verſchloſsnen Ende abſtand, und nun die Luft im Recipienten bis auf $\frac{1}{4}$ verdünnt, ſo daſs das Queckſilber bis an das offne Ende der Röhre ſtieg. Als ich darauf den Hahn öffnete, fiel das Queckſilber bis zu ſeinem anfänglichen Stande zurück, und als ich den Hahn ſogleich wieder ſchloſs, ſtieg es allmählig 5 bis 10 Sekunden lang, bis auf *mehr* als $\frac{1}{10}$ ſeiner urſprünglichen Höhe über den Punkt des Stillſtandes, und blieb darauf, bis der Hahn wieder geöffnet wurde, worauf es zu ſeinem anfänglichen Stande zurückkehrte.

Die Erſcheinungen in dieſen beiden letztern Verſuchen laſſen ſich nur auf folgende Art erklären. Die Luft im Recipienten und im Manometer wird nahe bis zu gleichem Grade verdünnt. Wird das Gleichgewicht der Wärme in der Luft durch Verdichtung oder Verdünnung aufgehoben, ſo ſtellt es ſich im Manometer *augenblicklich* wieder her, wegen der groſsen Fläche, worin Luft und Glas ſich berühren. Im groſsen Recipienten geht dagegen eine wahrnehmbare Zeit von 10 Sekunden und

mehr darauf hin, dafs ſich das Gleichgewicht durch die ganze Capacität deſſelben wieder herſtellt. Bei dieſer Wiederherſtellung vermehrt oder vermindert ſich die Elaſticität der im Recipienten eingeſchloſſenen Luft, und verurſacht dadurch das Sinken oder Steigen der Queckſilberſäule. Nun aber habe ich durch meine Verſuche über die Ausdehnung der Luft durch Wärme gefunden, dafs eine Temperaturveränderung von 5o° das Volumen der Luft um nahe $\frac{1}{10}$ verändert. (*Ann.*, XII, 310.) Daraus folgt, dafs, wenn in condenſirter Luft das Gleichgewicht wieder hergeſtellt wird, ungefähr 5o° Kälte entſtehn; und dafs, wenn man in einen Recipienten mit verdünnter Luft Luft hinein läſst, etwas mehr als 5o° Wärme erzeugt wird. Die kleine Verſchiedenheit in beiden Fällen ſcheint daraus zu entſpringen, dafs die Condenſirung von Dämpfen im erſten Falle die Wirkung *vermindert*, und im letztern, (findet ſie anders dabei ſtatt,) *vermehrt*.

Die bisher beſchriebnen Verſuche und Beobachtungen betreffen lediglich die Facta, ohne Beziehung auf eine Theorie derſelben. Dieſe läſst ſich mit wenig Worten geben, und iſt dieſelbe, die Sauſſüre und Pictet dem berühmten Lambert zuſchreiben und von ihm annehmen. Lambert denkt ſich, dafs der leere Raum ſo gut als Luft und andere Materien eine eigenthümliche Capacität für Wärme hat, und zwar eine gröſsere als die atmoſphäriſche Luft, und dafs, je *dichter* die Luft, deſto *kleiner* ihre Capacität für Wärme iſt. Unter

dieſen Vorausſetzungen läſst ſich das Phänomen leicht zu der Klaſſe von chemiſchen Thatſachen rechnen, wo Wärme oder Kälte durch Vermiſchungen zwei verſchiedner Stoffe erzeugt wird. Iſt dieſe Theorie richtig, und ich glaube, daſs ſie wenig Zweifeln unterworfen iſt, ſo können wir hierdurch zu Verſuchen gelangen, durch welche ſich die abſolute Capacität des leeren Raums und der verſchiednen Gasarten für Wärme auf eine ganz neue Art beſtimmen läſst. Doch dieſes muſs ich meinen fernern Unterſuchungen vorbehalten.

VII.

AUSZÜGE

aus Briefen an den Herausgeber.

1. *Von Herrn Prof. Böckmann.*

Carlsruhe den 26ſten Mai 1803.

Der ſo unerwartete und frühzeitige Tod meines Vaters *) verſetzte mich in mannigfaltige neue Geſchäfte, ſo daſs die vielen projectirten Unterſuchungen über phyſikaliſche Gegenſtände, die ich mir für dieſen Winter entworfen hatte, gröſstentheils unterbleiben muſsten. Ich habe täglich 4 und 5 Stunden Experimentalcollegien zu leſen, und Sie werden aus eigner Erfahrung wiſſen, wie viel Zeit zu

*) Es iſt hier der Ort nicht, weitere Notizen über ſein Leben anzuführen; man findet ſeine Biographie in dem *Magazin von und für Baden*, 1803 St. 1. Die mancherlei beſondern Verhältniſſe worin ſich der Selige ſeit einer langen Reihe von Jahren bei unſerm Hofe befand, die vielen andern entferntern Arbeiten, und die öftern Privatcollegien, die er, auſser jenen öffentlichen Lehrſtunden, den ſämmtlichen kurfürſtlichen Perſonen nach und nach zu leſen hatte, raubten ihm ſehr viel Zeit; allein deſſen ungeachtet ſtudirte er ununterbrochen die neueſten Schriften in ſeinem Fache fort; und hätten ihm dieſe mannigfaltigen Geſchäfte nicht alle Zeit geraubt, ſo würde er auch in ſeinem 62ſten Jahre noch ganz mit

n den Zurüſtungen dazu allein erfordert wird; och ich hoffe, daſs ich bald wieder mehr Muſse ür Naturforſchungen gewinnen werde, wozu ſchon manches Inſtrument fertig iſt, und nur meiner artet. Hierher gehören denn auch die Gegenverſuche zu den hygrologiſchen Verſuchen des Herrn rofeſſors Parrot und zu ſeiner ſcharfſinnigen arauf gebauten Theorie. Mit vielem Vergnügen abe ich ſeinen freundſchaftlichen Brief, als Gegenntwort auf meine vorläufigen Bemerkungen, in Ihen *Annalen*, (B. 13, St. 2, S. 174,) geleſen; alein Herr Parrot wird mir verzeihn, wenn ich hm, ungeachtet ſeiner ſinnreichen Beantwortung, nmer noch nicht beipflichten kann. Doch dieſe ahrhaft freundſchaftliche Fehde iſt von der Be-

mit dem Feuer zur Erweiterung der Naturkunde fortgearbeitet haben, wie es in frühern Zeiten geſchah. — Ich war am 7ten December auf die dringendſten wiederhohlten Einladungen des Grafen Rumford nach Mannheim gereiſet, verlieſs meinen Vater unbedeutend unpäſslich, und fand ihn bei meiner Rückkehr auch wieder ſo. Wir ſprachen mehrere Stunden bloſs über wiſſenſchaftliche Gegenſtände, Reſultate meiner geſammelten Belehrungen bei dem ſcharfſinnigen Grafen Rumford; und ich zeigte ihm noch mehrere neue Verſuche, die ich geſehen hatte. Dies war die letzte Unterhaltung mit ihm; bald darauf wurde er vom Schlage gerührt, und entſchlummerte nach 36ſtündiger Bewuſstloſigkeit, ohne wieder zu ſich zu kommen, aufs ſanfteſte. *B.*

ſchaffenheit, daſs bloſs weitere genaue Verſuche entſcheiden müſſen. Ich wünſchte daher ſehr; Herr Parrot nähme nunmehr, bei ſeiner glücklichen Lage, wo ihm Inſtrumente jeder Art zu Gebot ſtehn, Rückſicht auf die ganz für meine Meinung ſprechenden Verſuche und Erfahrungen der franzöſiſchen Bürger Clement und Desormes, (*Annalen*, B. 13, St. 2, S. 144 u. f.)

Vorläufig muſs ich bemerken, daſs ich ſehr viele, mannigfaltig abgeänderte Parrotſche *Fliegenverſuche* verfloſsnes Spätjahr angeſtellt habe; ich beobachtete gewöhnlich Feuchtigkeiten an den Glaswänden der 4- und 8-Unzen-Gläſer, welches Waſſer ich aber den Fliegen zuſchrieb, die es enthielten und abſetzten; oft war der Bauch derſelben beim Einſaugen von Feuchtigkeiten ganz angeſchwollen, und ich bemerkte erſt mehrere Tage nach ihrem Tode, bei dem Zuſammenſchrumpfen und Austrocknen des Bauchs, Waſſerabſatz an den Glaswänden. Vorzüglich war ich aber auch bemüht, die rückſtändige Luft auf ihren Sauerſtoffgehalt zu prüfen, und ich fand ſie gewöhnlich von der Beſchaffenheit wie die atmoſphäriſche, wobei nur wenig Ausnahmen ſtatt hatten, die von beſondern Umſtänden herrühren mochten.

In Rückſicht der Zeit, in der ich meine Verſuche über den *Einfluſs des Sonnenlichts auf den in Gasarten aufgelöſten Phosphor* anfing, muſs ich Herrn Parrot wegen ſeiner Meinung, S. 184, antworten, daſs dies ſchon im Mai 1799 geſchah. Im

ctober 1799 war meine Abhandlung über das Verhalten des Phosphors in den Gasarten vollendet, ward sodann gedruckt, und bekanntlich kam sie Ostern 1800 heraus. Im Juli 1800 stellte ich die weitern Versuche, die man im 27sten Hefte des *Allgem. Journ. der Chemie* findet, an; es scheint mir daher, dass ich wohl früher als Hr. Prof. Parrot diese Entdeckung gemacht habe.

In dem 13ten B., St. 2, S. 254, Ihrer *Annalen* finde ich in dem Briefe des Herrn von Hardenberg Bemerkungen über meteorologische Beobachtungen von *Feuerkugeln*, die man zu Labrador, Grönland u. s. w., und nach dessen Versicherung auch in Deutschland am 12ten Nov. 1799 früh gesehen hat. Nach Ihrer Anmerkung ist davon in den Londner und Pariser meteorologischen Beobachtungen nichts zu finden. Da nun an der Bestätigung der von Hardenbergschen Angabe viel gelegen ist, besonders vielleicht für unsern verdienten Hrn. D. Benzenberg, so blätterte ich sogleich in meinen, mit unermüdeter Genauigkeit geführten, meteorologischen Beobachtungen nach, und fand zu meiner grossen Freude, unter der Rubrik: Ausserordentliche Erscheinungen, Folgendes, das ich hier sammt allem dazu gehörigen Beobachtungen beifüge.

November 1799.

	Barom.			Therm.			Wind
	Morg.	Mitt.	Ab.	Morg.	Mitt.	Ab.	
11te	27. 10. 2.	8. 4.	7. 4.	5.	5. 2.	7.	SW.
12te	8. 6.	9. 1.	9. 5.	5.	9.	9.	SW.
13te	10. 5.	10. 7.	10. 2.	8.	10.	4.	SW.

Witterung.

11te ſtürmiſch, regnig.

12te (Vollmond) ſtürmiſch, regnig. NB. Dieſen Morgen vor Tage wollte Herr Hofgärtner Müller *) mit einigen Tagelöhnern gegen N. W. und S. O. Blitze geſehen haben.

13te trübe, Mittags ziemlich heiter, Abends dunſtig. NB. Abends beim Aufgange des Mondes wollen mehrere Perſonen einen beſondern Glanz gegen SO. geſehen haben.

In der Folge trat heitere Witterung ein, und am 16ten hatten wir das erſte Mahl Eis. — Es ſollte mir ſehr angenehm ſeyn, wenn dieſe Notiz etwas zur Vervollkommnung unſrer Kenntniſſe über dieſe Art von Luftphänomenen beitragen würde.

---

2. *Vom Herrn Prediger Maréchaux.*

Weſel den 21ſten Mai 1803.

Sie erhalten mit dieſem Schreiben als das Reſultat einer fünfwöchentlichen Arbeit drei neue Kupferoxyde, die mir in *artiſtiſcher Hinſicht* von groſsem Werthe zu ſeyn ſcheinen. Sie laſſen ſich

*) Dieſem würdigen Manne verdanke ich manche intereſſante Mittheilung von nächtlichen meteorologiſchen Erſcheinungen, da er, beſonders zur Winterszeit, beinahe von Stunde zu Stunde ſeine Treibhäuſer ſelbſt viſitirt. B.

nämlich gleich gut mit *Waſſer* und mit *Oehl* behandeln; No. 1 mit Oehlfirniſs gerieben, giebt ein hohes, dunkles Grün; No. 2 fällt etwas ins Bläuliche; No. 3 wird nach einigen Tagen dunkelgrün. Schwarze Seife läſst ſie unverändert. Sie verdienen, wenn ich nicht irre, den Vorzug vor den grünen Kupferfarben, die bisher zur Oehlmahlerei dienten; ſie laſſen das frieſiſche und das ſächſiſche Grün hinter ſich, auch das braunſchweigiſche Grün hält mit ihnen, ſo weit die Proben bis jetzt reichen, keine Vergleichung aus, und das Scheeliſche Grün, das ſich, wie bekannt, nicht mit Oehl verträgt, ſteht meinen Farben ſchon in dieſer Rückſicht nach. Ihr Hauptvortheil beſteht darin, daſs ich ſie zu billigen Preiſen liefern kann, die ſchönſte Sorte zu 3 Gulden, die andern Sorten zu 2 Gulden und auch darunter. Da die Wiſſenſchaft, als ſolche, von dem beſondern Prozeſſe, der mir dieſe Farben liefert, keine Fortſchritte erwarten zu können ſcheint, werde ich ihn geheim halten, ſo lange ich kann, um mir, wo möglich, von dieſer Entdeckung einigen Nutzen zu verſchaffen, bis der Zufall oder der Scharfſinn einen andern auf die Spur bringt. — Ein neues Eiſenoxyd liefert mir eine hohe gelbe Farbe; ein neues Silberoxyd verſpricht mir ein tiefes Schwarz.

Die Anwendung der Wiſſenſchaft zum Vortheile der Künſte hat eine kleine Pauſe in meinen electriſchen Unterſuchungen veranlaſst; da ich aber nun den Prozeſs mit der grünen Farbe völlig aufs Reine

gebracht habe, ſo wird die Voltaiſche Säule bald wieder meine Aufmerkſamkeit beſchäftigen. Mein Tagebuch iſt inzwiſchen mit ſehr intereſſanten *electro - gaſometriſchen Wahrnehmungen* bereichert worden, die zur Unterſtützung meiner Theorie beſonders beitragen. Die Leſer Ihrer Annalen werden vielleicht einige nicht ungern *früher* angezeigt finden; die Verſuche und Beweiſe bleiben für die ausführlichern Aufſätze, die nicht ſehr lange ausbleiben werden.

1. Das Steigen und Fallen der Electricität in der Atmoſphäre ſteht mit dem Gange des Thermometers in gar keiner Verbindung; und ſo paradox es auch für manchen, nach den bekannten vorgefaſsten Meinungen, klingen muſs, ſo hat der Wärmeſtoff, als ſolcher, auf die gröſsere oder geringere Thätigkeit der electriſchen Materie doch keinen Einfluſs.

2. Die electriſche Materie erreicht in der Atmoſphäre ein Maximum von Thätigkeit, welches ſie nicht zu überſteigen ſcheint. Wenn Gewitter in der Luft ſind, erhöht ſich dieſer Grad ihrer Thätigkeit nicht.

3. Dieſes Maximum iſt der Moment, in dem ſich bei ſonſt heiterm und durchſichtigem Himmel Waſſerguſs oder Nebel bilden; iſt dieſer Prozeſs, durch welchen die Nebel ſich bilden, im Gange, ſo fällt plötzlich das Electrogaſometer, z. B. von 29° zu 0° oder 2°. Während daſs der Prozeſs, durch wel-

chen die Nebel ſich bilden, vor ſich geht, folgen die Abwechſelungen ſchnell auf einander.

4. Stellen Sie ihr Electrogaſometer zu einem Zeitpunkte auf, als alle Electricität dergeſtalt aus der Luft verſchwand, daſs dieſes Inſtrument Ihnen z. B. 2° Waſſerſtoffgas in einer Stunde liefert, ſo können Sie mit jedem Tage der Bildung der electriſchen Materie folgen; des Nachmittags werden Sie z. B. ſchon 5°, den folgenden Tag 8°, dann 12° u. ſ. w. finden, bis Sie das Maximum erreicht haben, auf welchem Punkte das Inſtrument einige Tage ſtehn bleiben kann.

5. Ueber die Urſach der ſo verſchiednen Angaben über die Wirkſamkeit der Voltaiſchen Säule werden Sie eben ſo intereſſante als genau beſtimmte Reſultate erhalten. Die gröſsere oder die geringere Wirkſamkeit mehrerer Säulen, die ſonſt aus gleichen Elementen beſtehn, hängt genau ab: 1. von dem Verhältniſſe des Durchmeſſers des feuchten Leiters an der Metallſcheibe; Sie können ihre Säule um den 4ten oder 5ten Theil ſchwächen, wenn Sie, es ſey auch nur um ein geringes, dieſes Verhältniſs überſchreiten; und 2. von der Dicke des feuchten Leiters. Es giebt eine gewiſſe Breite für die Dicke eines feuchten Leiters, innerhalb welcher Sie keine Verminderung der Wirkung merken können. Iſt der feuchte Leiter etwas dünner, ſo iſt die Verminderung in der Thätigkeit ſogleich da; iſt er etwas dicker, ebenfalls. Wie ſehr dieſes mit meiner Theorie der Voltaiſchen Säule übereinſtimmt,

werde ich am ſchicklichen Orte näher aus einander ſetzen.

6. Das galvaniſirende Publicum wird gern früher erfahren, daſs eine Säule, deren Elemente *Meſſing* anſtatt *Kupfers*, *Zink mit Zinn legirt* anſtatt reinen Zinks ſind, einer Säule aus Zink und Reiſsblei oder Graphit, und folglich auch einer Säule aus Silber und Zink vollkommen zur Seite ſteht. *Kupfer und Zink* ſind in ihren gaserzeugenden Wirkungen ungefähr um $\frac{2}{3}$ ſchwächer, und meine frühern Angaben, (*Ann.*, XI, 123,) finden ſich durch meine neuern, mit ſehr groſsem Fleiſse angeſtellten Verſuche völlig beſtätigt.

Das Publicum wird es mir verzeihen, daſs ich mein *Electrogaſometer* nicht eher beſchreibe, als bis ich dieſem Inſtrumente die Vollkommenheit werde gegeben haben, welche es vertragen kann. Dieſes läſst ſich nur langſam, und vermittelſt der Beobachtungen ſelbſt thun, die ich damit anſtelle. Dadurch erſt ſieht man, woran es fehlt, und kann neue Veränderungen verſuchen. Ich habe es hierin ſchon ſo weit gebracht, daſs 2 Säulen, deren Elemente ſo vollkommen gleich bearbeitet ſind, wie es mir nur möglich war, an zwei Electrogaſometern bis auf eine Kleinigkeit mir dieſelben Reſultate liefern; ich habe ſie ſchon halbe Tage lang vollkommen gleich erhalten. Um dieſe höhere Vollkommenheit zu erreichen, und jeder Täuſchung, ſo viel wie möglich, vorzubeugen, bediene ich mich bis jetzt ſehr kleiner Säulen; bei einem ſchwachen

Strome wird jeder Aufenthalt fogleich merklich. Die Säulen, die zu meinen neuen Beobachtungen dienten, waren alle nur von 12 Plattenpaaren, aber fehr fleifsig bearbeitet, und wurden wenigftens alle 9 Stunden neu polirt. Sobald die Einrichtung meiner Werkzeuge ihr *non plus ultra* wird erreicht haben, werde ich durch höhere Säulen und eine gröfsere Thätigkeit in dem electrifchen Strome, zur letzten Beftimmung der Verhältniffe, die ich bis hierhin angab, die nöthigen Verfuche anftellen.

— — *) Meine galvanometrifchen Verfuche, die fo auffallend auf eine grofse Verfchiedenheit in der Vertheilung der Electricität, je nachdem die Körper, um welche fie fich ins Gleichgewicht fetzt, verfchieden find, hinweifen, haben mir zu tiefern Blicken in das Wefen der Electricität und des Galvanismus und zu einer neuen Anficht der Electricität die Veranlaffung gegeben. Diefe meine Theorie der Electricität und des Galvanismus habe ich zuerft im vorigen Jahre in meinen hiefigen Vorlefungen über den Galvanismus meinen Zuhörern entwickelt, und fie hat mich eine Zeit lang ganz befchäftigt. Freilich gründet fie fich nur auf eine hypothetifche Annahme: da fie aber die Erklärung keines einzigen Phänomens fchuldig bleibt, über Gegenftände, die noch in tiefem Dunkel waren, Licht

*) Aus einem frühern Briefe des Herrn Pred. Maréchaux. d. H.

verbreitet, und Phänomene in unmittelbare Verbindung bringt, die immer zuſammen erſchienen, ohne daſs man bisher den Knoten ſah, der dieſe Verbindung bewirkte; da ſie folglich den ganzen Gegenſtand, ſo viel mein Blick ihn verfolgen kann, erſchöpft; ſo ſcheint ſie mir eben ſo bewieſen, wie unſere beſten Hypotheſen. Das Franklinſche Syſtem, welches im Grunde nichts erklärt, ſcheint ſie mir vollends über den Haufen zu werfen, und dem dualiſtiſchen eine ganz neue Wendung zu geben. — — Sie fuſst dabei mit auf meine Anſicht der *Verwandtſchaftslehre*, die ich in einem Aufſatze, der die Einleitung zu einem gröſsern Werke abgeben ſoll, auf die Geſetze der Bewegung und die Lehre der Kräfte, ſo weit als es der Gegenſtand verſtattete, zurückzuführen verſucht habe. Dieſen Aufſatz ſowohl als jene neue Theorie ſtelle ich Ihnen zu, um über beides Ihr freundſchaftliches Urtheil zu hören. *)

---

3. *Von Herrn* P. Raphael Genhart, *Prof im Stifte Admont in Ober-Steyermark.*

Unter andern intereſſanten Aufſätzen, womit Sie durch Ihre Annalen das Publicum von Zeit zu Zeit beſchenken, las ich VI, 391 f., die witzige

*) Hier darin dem Leſer vorzugreifen, halte ich mich nicht berechtigt. Auf jeden Fall ſcheint Hr. Maréchaux den beſten Weg eingeſchlagen zu haben, ſeinen ſcharfſinnigen phyſikaliſchen

Theorie mit Vergnügen, nach welcher Richard Kirwan den natürlichen Magnetismus erklärt; bemerkte aber zu gleicher Zeit noch sehr beträchtliche Schwächen darin. Denn, um alles andere unberührt zu lassen, schien er mir einerseits die erste Ursach der Polarität noch nicht zu erreichen, anderseits aber selbst zu gestehen, dass er noch nicht im Stande sey, auch die verschiednen Variationen aus seiner Hypothese herzuleiten. Da ich nun seit mehrern Jahren eine andere, meines Bedünkens unverkennbare, sehr auffallende, und eben nicht tief verborgne Ursach des Magnetismus und der ihm begleitenden Erscheinungen kenne; so war ich neuerdings nicht wenig betroffen, als ich bei mir überlegte, wie doch die witzigsten einsichtsvollesten Naturforscher, ein Euler, Aepinus, Wilke, Kratzenstein, Prevost, Humboldt, Ritter, eine Ursach, deren Daseyn sie alle zugeben, und der sie nicht selten etwas nahe kommen, so lange verkennen konnten.

Herzlich gern würde ich Ihnen, mein Herr, meine ganze Theorie eröffnen, und für die *Annalen* mittheilen, wenn Sie es wünschen. — — Eine so stäte, vom Zufälligen so unabhängige Erscheinung, als die des Magnetismus ist, muss von einer eben so stät wirkenden und in die ganze Natur

Speculationen Gehör und Eingang zu verschaffen, den nämlich, sie durch Reihen von wichtigen neuen Versuchen zu prüfen und zu bewähren. *d. H.*

ſehr eingreifenden Urſach herrühren, und derjenige, der ein einziges Naturgeheimniſs zu erklären verſpricht, ohne zu gleicher Zeit auf die übrigen merkliche Strahlen zu werfen, geſteht ſchon eben darum, daſs er gar keines hinreichend zu entwickeln vermöge. Ich ſchmeichle mir daher mit der angenehmen Hoffnung, Sie werden, ohne vorläufig für oder wider mich zu urtheilen, nicht ungern vernehmen wollen, was ich ſeit 20 Jahren, ſeit welcher Zeit ich die Natur ſelbſt beobachtete und andrer Beobachtungen und Verſuche mit möglichſter Emſigkeit ſammelte, für einen Zuſammenhang in den bisher bekannten Phänomenen entdeckt habe.

In dieſer Hoffnung bin ich etc.

---

4. *Aus einem Briefe des Hrn. Advocats* Steinhäuser *an Herrn Prof. D.* Langguth *in Wittenberg.*

Plauen den 12ten Febr. 1803.

— — Gegen die Beobachtung, welche unter andern auch der Herr Mathematicus Lüdecke angeſtellt haben will, daſs *die magnetiſche Kraft das Waſſer zerſetze*, *) habe ich mancherlei Bedenken, welche ſich um ſo mehr vermehren, je mehr Verſuche ich darüber anſtelle. Denn 1. hängt der Oberfläche jedes Glaſes irgend eine Menge atmo-

*) Er ſelbſt widerruft ſie in den *Annalen*, XI, 114.

d. H.

ſphäriſcher Luft an, und es wird nur ein mechaniſches Mittel erfordert, ſolche in Blaſen zu verwandeln und von der Oberfläche des Glaſes abzulöſen. 2. Scheint die Veränderung der Wärme in Kälte, Luft im Waſſer zu erzeugen, wie dies die vielen Luftblaſen, welche ſich an die Oberfläche eines Waſſerglaſes, das man aus der Wärme in die Kälte bringt, anlegen, zu beweiſen ſcheinen. 3. Könnte durch die bei Lüdeckens Verſuchen zwiſchen mehrere Magnete gelegten, mit Salzwaſſer angefeuchteten Lappen, leicht Metallelectricität erweckt werden, welche, unabhängig vom Magnetismus, das Waſſer zerſetzt. 4. Berührt das Waſſer die Oberfläche der Eiſendrähte unmittelbar, ſo wird die Oberfläche derſelben oxydirt und eine Quantität Waſſerſtoffgas frei gemacht. Von allen dieſen Umſtänden alſo darf keiner eintreten, wenn man ſicher ſeyn will, daſs die magnetiſche Kraft es ſey, welche das Waſſer zerſetzt. 5. Brachte ich zwei Pole meiner magnetiſchen Magazine, nachdem ſie mit dem Waſſer gleiche Temperatur erhalten hatten, in Verbindung mit zwei überfirniſsten Eiſendrähten, die im Waſſer ihre Spitzen einander entgegen kehrten, ſo konnte ich keine Zerſetzung des Waſſers beobachten, obgleich hier eine vielleicht mehr als tauſendmahl ſtärkere magnetiſche Kraft auf das Waſſer wirkte, als bei Lüdickens Verſuche.

Ich habe meine Verſuche über den *electriſchen Mittelpunkt, Indifferenz- und Culminationspunkt*, deren ſchon in den Anzeigen der Leipziger ökonomi-

ſchen Societät im Jahre 1793, unter dem Artikel: Ueber neue Magnete, gedacht iſt, mit allem Fleiſse wiederhohlt. Sie ſind mir viel beſſer gelungen, als damahls, weil ich diesmahl die iſolirten Drähte mit Leimwaſſer überzog und dann mit Haſenhaaren bedeckte. Die kleben bleibenden Haare waren ſehr kleine Electrometer, und zu kurz, um einander wechſelſeitig zu ſtören. Ich bin nun durch den Augenſchein überzeugt, daſs es wirklich dergleichen Punkte bei electriſchen Leitern, die man durch Vertheilung und nicht durch Mittheilung electrifirt hat, giebt.

Bei Verſuchen mit meiner *Voltaiſchen Säule* glaubte ich gefunden zu haben, daſs, unter übrigens gleichen Umſtänden, die Muskeln um ſo ſtärker durch ſie contrahirt werden, in je gröſserer Fläche der Muskel den Leiter der Galvaniſchen Electricität berührt. Verbindet man z. B. den Conductor einer Electrifirmaſchine durch eine Kette mit dem einen Pole der Säule, legt die eine befeuchtete Hand auf dieſen Conductor, faſst mit der andern befeuchteten Hand einen ſilbernen Löffel bei ſeinem breitern Theile, und berührt mit dem Stiele deſſelben den andern Pol der Säule, ſo verſpürt man Wirkungen, die den Erſchütterungen eines ſchwach geladnen electriſchen Ladungsglaſes ähnlich ſind. Man ſollte daher, um recht ſtarke Wirkungen zu erhalten, den zu Electriſirenden in ein Waſſerbad ſetzen, und ihn und das Waſſer mit den Polen der Säule verbinden.

Verſuche, die ich ſpäterhin anſtellte, beſtätigten mir indeſs dieſes Reſultat nicht völlig. Denn als ich den ganzen naſs gemachten Arm auf den Conductor legte, ſo waren zwar die Contractionen in den Muskeln deſſelben ſtark, aber dennoch verſpürte ich davon wenig oder nichts, ſondern ſie waren nur äuſserlich ſichtbar. Ein gleicher Erfolg fand ſtatt, als ich eine Stanniolplatte auf die Wade, die ich zuvor befeuchtet hatte, legte und dieſe in Verbindung mit dem Conductor brachte. In beiden Fällen hatte ich jedoch in der Hand, mit welcher ich den andern Pol der Säule berührte, heftige Empfindungen. Legte ich die eine Hand in Waſſer, welches mit dem Leiter in Verbindung ſtand, ſo verſpürte ich ſowohl in dieſer Hand als in der andern, womit der entgegengeſetzte Pol berührt wurde, heftige Erſchütterungen. Setzte ich einen Fuſs in Waſſer, welches mit dem Leiter in Verbindung ſtand, und berührte ich mit einer Hand den andern Pol der Säule, ſo erhielt ich ſowohl im Fuſse als in der Hand Erſchütterungen. Es ſcheinen ſonach die Nerven, welche in der Hand und im Fuſsblatte häufiger ihre Spitzen endigen, zur Empfindung der Erſchütterungen nothwendig zu ſeyn, und es iſt der Satz, daſs, je gröſser die Berührungsfläche zwiſchen dem thieriſchen Körper und dem Galvaniſchen Leiter iſt, um ſo heftiger auch die Erſchütterungen werden, nicht allgemein.

Bei einem Patienten, welcher über temporäre *Lähmung der Zunge* klagte, hat der Galvanismus,

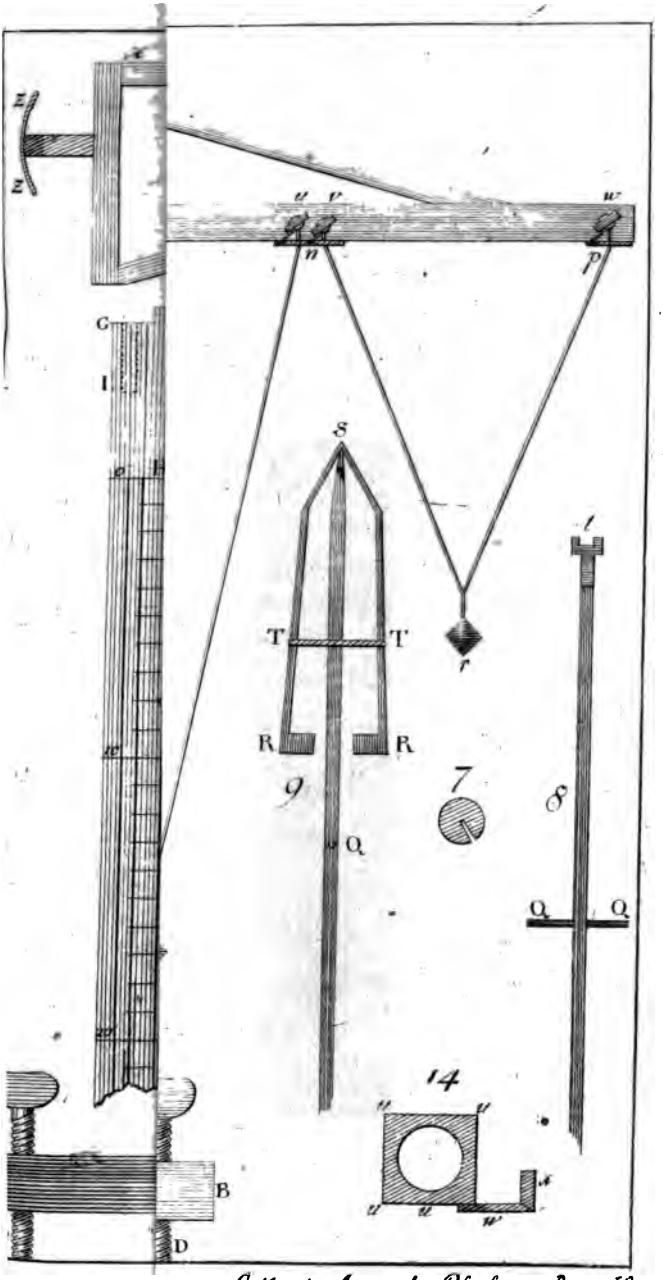
h der Bemerkung meines Brud
einhäuſer, einen ungemein ſtark
ſs, ohne Nachtheil des Patienten, b
nge dieſer Patient galvaniſirt worden,
ung und krampfhafte Zuſammenziehu
e, die er faſt täglich zuvor gehabt hatt
em Theile gänzlich hinweggeblieben, h
zuweilen auf andere Theile geworfen.
aber, da mit dem Galvaniſiren ausgeſetzt w
wieder eingefunden.

Der Kopf eines friſch geſchlachteten K
wegte die Augen, ſchüttelte mit den Ohren,
te die Naſe und bewegte die Zunge, als m
Zinkpol mit dem Rückenmarke, den Kup
aber, bald mit der Zunge, bald mit den Aug
ven, bald mit der Naſe in Verbindung brachte.

VIII.

PREISERTHEILUNG.

Die königl. Societät der Wiſſenſchaften in Lond
hat die erſte Medaille aus dem von dem Graf
Rumford geſtifteten Fond für phyſikaliſche Er
deckungen dem Grafen ſelbſt für ſeine Entdecku
gen über die Natur und die Eigenſchaften der Wär
me zuerkannt, — und die Copley-Medaille dem
Dr. Wollaſton, für ſeine Bakerſche Vorleſung
über horizontale Refraction, (*Annal.*, XI, 1.)



Gilberts Ann. d. Phys. 14 B. 1 St.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1803, SECHSTES STÜCK.

I.

Verſuche, um auszumitteln, ob Flüſſigkeiten Leiter der Wärme ſind oder nicht;

von

THOMAS THOMSON,
M. D., Lehrer der Chemie zu Edinburg. *)

Es iſt zu verwundern, daſs die einfachen und ſcharfſinnigen Verſuche, worauf Graf Rumford die Lehre gründet, daſs Flüſſigkeiten Nichtleiter des Wärmeſtoffs ſind, ungeachtet ſie ſchon vor länger als zwei Jahren bekannt gemacht wurden, **)

*) Im Auszuge aus Nicholſon's *Journal*, March 1801, Vol. 4, p. 529 f. *d. H.*

**) Sie machen den Gegenſtand des ſiebenten *Eſſay* der *Experimental Eſſay's, political, economical and philoſophical* des Grafen von Rumford aus, welcher Lond. 1797 und 1798 erſchienen iſt, und den die *Annalen*, (I, 214, 323, 436; II, 249; V. 338,) in vollſtändigen Auszügen geliefert ha-

noch von keinem Phyſiker geprüft ſind. Und d
iſt dieſe Lehre von der äuſserſten Wichtigkeit, u
wir dürfen nicht hoffen, über Ausdünſtung, Reg
Winde, Temperaturveränderungen in der Atm
ſphäre und über mehrere der wichtigſten chem
ſchen Phänomene Aufſchluſs zu erhalten, be
wir nicht mit der Frage völlig im Reinen ſind,
Flüſſigkeiten Leiter des Wärmeſtoffs ſind od
nicht.

Um Wortſtreit zu vermeiden, wird es nöth
ſeyn, zuvor zu erklären, was ich unter *Leitun*
vermögen von Körpern verſtehe. Graf Rumfo
hat dieſes nicht gethan, doch bin ich vollkomm
gewiſs, daſs er dieſen Ausdruck in demſelben Sin
nimmt, als ich.

Herſchel hat, wie es mir ſcheint, bewieſe
daſs der Wärmeſtoff von der Sonne in Strahlen au
geht, und ſich mit derſelben Geſchwindigkeit
das Licht, (200000 engl. Meilen in jeder Sekund
fortbewegt. Aus ſeinen und aus Scheele's un
Pictet's Verſuchen folgt, daſs der Wärmeſto
ſich durch die Luft ohne merkbare Verminderun
an Geſchwindigkeit bewegt; auch iſt dargethan, da

ben. Bemerkungen dagegen findet man in de
Annalen, I, 323 a., 464, und VI, 407. Gegen
wärtiger Aufſatz eröffnet eine Reihe von prüfe
den Abhandlungen über die Rumfordſche Leh
re, die hier und in den folgenden Heften zuſam
mengeſtellt zu ſehn, dem Leſer gewiſs angenehm
ſeyn wird. *d. H.*

er ſich durch Glas von einer gewiſſen Temperatur ohne merkbaren Verluſt an Geſchwindigkeit bewegt. Nun aber dürfen wir, wenn Wärmeſtoff durch einen Körper mit unverminderter Geſchwindigkeit hindurchgeht, ſagen, er werde durch den Körper *hindurchgelaſſen*, (*transmitted.*) Folglich haben *Luft* und *Glas* die Eigenſchaft, den Wärmeſtoff durch ſich hindurch zu laſſen. Wo dieſes der Fall iſt, da ſcheint es immer augenblicklich zu geſchehen, denn die Geſchwindigkeit des Wärmeſtoffs iſt viel zu groſs, als daſs man ſie meſſen könnte. So fand Pictet, daſs der Wärmeſtoff ſich durch 69 Fuſs Luft inſtantan hindurch bewegte.

Wird das eine Ende eines 20 Zoll langen eiſernen Stabes in ein Feuer gelegt, während das andere Ende mit einem Thermometer verbunden iſt, ſo vergehn 4 Minuten, bevor das Thermometer zu ſteigen anfängt, und 15 Minuten, bevor es um 10° geſtiegen iſt. Folglich geht der Wärmeſtoff durch einen eiſernen Stab nicht augenblicklich; die Geſchwindigkeit deſſelben iſt vielmehr unglaublich vermindert, von 200000 engl. Meilen in 1″ bis auf 20 Fuſs in 4′. Er wird alſo von Eiſen *nicht hindurch gelaſſen;* man ſagt dagegen, daſs das Eiſen ihn *leitet.* Hieraus fällt in die Augen, daſs der Wärmeſtoff auf ganz verſchiedne Arten durch Körper *hindurch gelaſſen* und von Körpern *geleitet* werden müſſe. Einige Körper leiten ihn unter ganz gleichen Umſtänden langſamer, und mithin *ſchlechter*, als andere, z. B. gebrannter Thon ſchlechter

als Eisen. Ein Körper, durch den sich gar kein Wärmestoff fortpflanzte, würde ein *Nichtleiter* seyn.

Es hat keine Schwierigkeit, sich einige Begriffe von der Art zu machen, wie der Wärmestoff durch Körper geleitet werde. Da die Geschwindigkeit desselben unglaublich vermindert wird, so kann er nicht ohne Widerstand, nicht; ohne von den Theilchen des leitenden Körpers eine Zeit lang zurückgehalten, und mithin von ihnen angezogen zu werden, durch einen Körper hindurch geleitet werden. Daraus folgt, dass zwischen dem Wärmestoffe und jedem Wärmeleiter eine *Anziehung* oder *Verwandtschaft* statt finden müsse. Und vermittelst dieser Verwandtschaft ist es, dass der Wärmestoff durch einen Körper *geleitet* wird.

Man denke sich in einem Körper unendlich viele Schichten, und dass der ersten Wärmestoff zugeführt werde. Sie verbindet sich damit chemisch, und erst wenn sie sich mit einer gewissen Menge desselben geschwängert hat, wird ihr die zweite Schicht, durch ihre Verwandtschaft zum Wärmestoffe, Wärmestoff entziehn können. Denn bekanntlich haften bei chemischen Verbindungen eines Stoffs mit einem andern die letzten Antheile lockerer als die ersten, und daher können nur diese letzten Antheile Wärmestoff zu den fernern Schichten, durch chemische Kräfte getrieben, gelangen, und die Menge des mit der ersten Schicht verbundnen Wärmestoffs muss immer zunehmen, soll die chemische Kraft der zweiten erwärmten ihr immer mehr Wärmestoff ent-

ziehn können, und so von Schicht zu Schicht. — So wird der Wärmestoff blos durch wiederhohlte chemische Verbindung und Zersetzung durch einen Körper geleitet; daher die Langsamkeit des Prozesses, und daher eine Art von arithmetischer Abnahme in der Temperatur der Schichten, je weiter sie von der Quelle der Wärme abstehn, dergleichen wir in allen solchen Fällen wahrnehmen. Auch hängt die Weite, bis zu welcher ein Körper den Wärmestoff fortzuleiten vermag, jedes Mahl von dem Grade der Hitze ab, den die erste Schicht desselben anzunehmen vermag, ohne ihren Aggregatzustand zu ändern. So z. B. leiten gebrannte Steine die Wärme viel weiter als Holz. Die Weiten, bis zu welchen Körper die Wärme leiten, können folglich kein Criterium ihrer wärmeleitenden Kraft abgeben, oder können höchstens in sehr viel niedrigern Temperaturen, als die, in denen sie ihre Form ändern, dazu dienen. Endlich erhellt aus dieser Auseinandersetzung, dass immer die leitende Kraft der Körper in verkehrtem Verhältnisse mit ihrer Verwandtschaft zum Wärmestoffe steht.

Es läst sich kaum bezweifeln, dass nicht der Wärmestoff durch alle *festen* Körper auf die hier beschriebne Art geleitet werde. Alle bis jetzt untersuchten festen Körper sind Leiter der Wärme. Auch Flüssigkeiten wurden allgemein für Wärmeleiter gehalten, bis Graf Rumford das Gegentheil aus seinen interessanten Versuchen folgerte. Dieses würde eine sehr merkwürdige Verschiedenheit zwischen

den feſten und den flüſſigen Körpern abgeben Doch je wichtiger die Folgerungen ſind, deſto ſchärfer müſſen die Prämiſſen unterſucht werden, ehe wir ſie annehmen dürfen.

Graf Rumford hat durch eine Reihe von glücklich erdachten Verſuchen *) bewieſen, daſs wenn man einer Flüſſigkeit Wärme zuführt, die Erwärmung der Flüſſigkeit dadurch bewerkſtelligt wird, daſs jedes Theilchen derſelben unmittelbar mit der Quelle der Wärme in Berührung kommt ſich da mit Wärmeſtoff ſchwängert, und dann andern noch nicht erwärmten Theilchen Platz macht Feſte und flüſſige Körper werden folglich auf ganz verſchiedne Weiſe erwärmt; die erſtern bloſs durch ihr *Leitungsvermögen*, die letztern durch *innere Bewegung der Theilchen*, und es läſst ſich daher daraus, daſs Flüſſigkeiten über Feuer ſchnell warm werden, nicht ſchlieſsen, daſs ſie Leiter des Wärmeſtoffs ſind. Darüber müſſen directe Verſuche entſcheiden.

Die Verſuche, auf welche Graf Rumford die Behauptung, daſs Flüſſigkeiten Nichtleiter der Wärme ſind, ſtützt, ſind von zweierlei Art. Durch die *erſten* ſucht er zu beweiſen, daſs eine Flüſſigkeit minder ſchnell als ſonſt erwärmt wird, wenn man in ihr die innere Bewegung der Theilchen hemmt und dieſes, glaube ich, hat er vollkommen darge-

*) Man findet ſie in den *Annalen*, I, 214. Vergl. I, 348 f. *d. H.*

than. Daraus folgt aber weiter nichts, als dafs, falls Flüſſigkeiten Wärmeleiter ſind, ihre Leitungskraft der andern Urſach ihrer Erwärmung weit nachſteht. Graf Rumford ſelbſt ſieht ſie auch nur als Nebenverſuche, nicht als Hauptbeweiſe an. Durch die *zweiten* ſucht er zu zeigen, dafs der Wärmeſtoff nicht durch Flüſſigkeiten *herabwärts* zu gehn vermag. Da die Richtung auf die Fortpflanzung der Wärme durch Leiter keinen Einfluſs haben kann, ſo würde daraus allerdings folgen, dafs Flüſſigkeiten *Nichtleiter* der Wärme wären. Dieſe Verſuche würden alſo ſtringent ſeyn; ſie wollen wir daher nun näher beleuchten.

Graf Rumford *) befeſtigte eine Eisſcheibe am Boden einer gläſernen Flaſche, übergoſs ſie $\frac{1}{4}$ Zoll hoch mit kaltem Waſſer, und brachte darüber mit Vorſicht eine anſehnliche Menge kochenden *Waſſers*. Wäre Waſſer kein Wärmeleiter, ſo, ſcheint es, habe in dieſem Falle kein Eis ſchmelzen müſſen; und doch war nach ungefähr 2 Stunden die Hälfte des Eiſes geſchmolzen. Dieſen Erfolg erklärt Graf Rumford mit vielem Scharfſinne aus der Eigenſchaft des Waſſers, dafs es bei 40° F. Wärme im Maximo ſeiner Dichtigkeit ſey, und über dieſen Punkt hinauf, ſowohl als unter ihn herab, an ſpecifiſchem Gewichte abnehme. Waſſertheilchen, die bis 40° erkältet waren, muſsten alſo durch die Schicht kalten Waſſers von 32° R. herabſinken und

*) Vergl. *Annalen*, I, 225 f. *d. H.*

mit dem Eise in Berührung kommen. Dafs dieses der wahre Grund sey, warum in diesem Versuche Eis schmolz, schliefst er auch daraus, dafs, wenn Holzstücke auf dem Eise lagen, das Eis senkrecht unter diesen ungeschmolzen blieb, und dafs, wenn die Eisscheibe mit Stanniol bedeckt wurde, worin sich in der Mitte ein Loch befand, blofs das Eis schmolz, das genau senkrecht unter diesem Loche war. — Aus diesen Thatsachen läfst sich zwar mit Sicherheit schliefsen, dafs das Eis durch herabgehende Ströme im Wasser geschmolzen werde; allein darauf kommt es hier nicht an, sondern ob Wasser ein Wärmeleiter ist oder nicht.

Wie aber konnte, frage ich, wenn Wasser ein Nichtleiter der Wärme ist, das kochende Wasser in diesen Versuchen bis auf 40° erkältet werden? Dieses konnte weder an der Oberfläche geschehn seyn, wo, wie Graf Rumford anführt, die Temperatur nie unter 108° war; noch an den Seitenwänden des Gefäfses, da in einem dieser Versuche der herabgehende Strom sich gerade in der Achse des Gefäfses befand, und der Versuch mit den Holzstückchen unwiderleglich darthut, dafs die herabgehenden Ströme alle Theile der Eisscheibe gleichmäfsig trafen; dieses würde unmöglich seyn, rührte die Abkühlung von den Seiten her. — Folglich mufs das kochende Wasser von dem darunter stehenden eiskalten Wasser bis auf 40° erkältet worden seyn, mufs es also diesem kalten Wasser Wärmestoff mitgetheilt haben. Ist aber das der Fall,

ſo kann ein Waſſertheilchen von einem andern Wärmeſtoff abſorbiren, das iſt, Waſſer iſt ein *Leiter der Wärme.* — Nachdem das heiſse Waſſer 1 Stunde lang über dem Eiſe geſtanden hatte, war a.d. Oberfl. d. Eiſ., 1″, 2″, 3″, 4″, 7″ darüber d. Temper. 40°, 80°, 118°, 128°, 130°, 131° F.

Wie wäre es möglich, dieſe wachſende Abnahme der Temperatur nach dem Eiſe herab, wo das Waſſer 4″ und 7″ über dem Eiſe eine faſt gleiche Wärme hatte, zu erklären, wenn Waſſer ein Nichtleiter des Wärmeſtoffs wäre? Man ſieht daher, daſs die Verſuche des Grafen eher dafür als dagegen ſprechen, daſs Waſſer ein Wärmeleiter iſt.

Es würde nicht ſchwer ſeyn, zu zeigen, daſs ſeine Berechnung, *) nach der Waſſer von 41° Wärme unter gleichen Umſtänden mehr Eis zu ſchmelzen vermöge, als kochendes Waſſer, nicht fehlerfrei ſey. Wäre ſie indeſs auch richtig, ſo folgt daraus nichts gegen die wärmeleitende Kraft des Waſſers.

Hätte Graf Rumford in ſeinen Verſuchen mit *Queckſilber* und mit *Oehl* **) ſich eines Thermometers ſtatt der Eisſcheibe bedient, ſo würde er an dem Steigen deſſelben allerdings bemerkt haben, daſs ſich durch dieſe Flüſſigkeiten Wärme herabwärts verbreitet. Der kleine eiſerne Cylinder in ſeinen Verſuchen hatte zu wenig Wärme, um eine ſichtbare Menge von Eis ſchmelzen zu können.

*) *Annalen*, I, 335 f. *d. H.*

**) *Annalen*, II, 251 f. *d. H.*

Man ſieht hieraus, daſs die Verſuche des Grafen Rumford nicht entſcheidend ſind, und daſs, was ſich aus ihnen folgern läſst, vielmehr für die Vorausſetzung ſpricht, daſs Flüſſigkeiten *Leiter des Wärmeſtoffs* ſind. — Es ſchien mir indeſs, als laſſe ſich durch eine kleine Abänderung in den Verſuchen des Grafen die Frage allerdings mit Gewiſsheit entſcheiden. Ich nahm zu dem Ende einen tubulirten Glasrecipienten *M*, (Fig. 1, Taf. II,) und kittete in den Tubulus deſſelben ein Thermometer *B* ſo ein, daſs die Kugel deſſelben ſich in der Achſe des Recipienten befand. Die Scale war auf der Glasröhre des Thermometers eingeriſſen, und befand ſich ganz auſserhalb des Recipienten. Die Flüſſigkeit, deren Leitungskraft beſtimmt werden ſollte, wurde in den Recipienten gegoſſen, bis ſie in einer beſtimmten Höhe über der Thermometerkugel, z. B. bis bei *D*, ſtand. Dann goſs ich ſehr vorſichtig über dieſe Flüſſigkeit eine andere, von minderer ſpecifiſcher Schwere, die bis zu einer beſtimmten Temperatur erwärmt war. Stieg nun das Thermometer *B* nicht, ſo muſste die unterſuchte Flüſſigkeit nothwendig ein Nichtleiter ſeyn; ſtieg es, ſo war ſie ein Leiter. Freilich iſt dabei groſse Vorſicht nöthig, will man nicht irre geführt werden.

Die erſte Flüſſigkeit, mit der ich dieſen Verſuch anſtellte, war *Queckſilber*. Es bedeckte die Kugel des Thermometers *B* 0,2 Zoll hoch, und auf daſſelbe hatte ich $\frac{1}{2}$ Zoll hoch kaltes Waſſer gegoſ-

ſen. Alsdann wurde vorſichtig kochendes Waſſer darauf gegoſſen, bis es 2 Zoll hoch über dem Queckſilber ſtand, und das Thermometer *A* ſo hineingehangen, daſs die Kugel ſich nahe über der Queckſilberfläche befand. Ein drittes Thermometer *C*, mit länglichem Gefäſse, reichte bis zum Boden des Recipienten hinab und berührte denſelben. Die Temperatur der Luft und des Queckſilbers war 42°, die des heiſsen Waſſers bei Anfang des Verſuchs 174°, und das Thermometer *B* ſtieg während des Einfüllens des heiſsen Waſſers bis auf 80°. Nachher ſtieg das Thermometer *B* noch 15 Minuten lang, bis auf 96°, blieb darauf 10′ lang ſtehn, und ſank dann wieder. Das Thermometer *C* ſtieg 21′ lang, und zwar von 67° bis 91¾°, und blieb darauf 7′ lang ſtehn. Das Thermometer *A* ſank die ganze Zeit über, und kam dem Stande von *B* immer näher, bis beide nach 95′ genau einerlei Temperatur, nämlich von 74°, hatten. Alle dieſe Umſtände ſind ſo, wie ſie zu erwarten waren, falls Queckſilber ein Wärmeleiter iſt, und wir ſehn daraus, daſs die Wärme allerdings durch Queckſilber herabwärts geleitet wird.

Um hierbei die innere Bewegung in den Theilen der heiſsen Flüſſigkeit wahrzunehmen, und, wo möglich, zu finden, ob dieſe Bewegung Einfluſs auf das Steigen der Thermometer habe, wiederhohlte ich dieſen Verſuch unter denſelben Umſtänden wie vorhin, nur daſs ich ſtatt des Waſſers eine unfiltrirte Auflöſung von kohlenſaurem Kali in Waſſer nahm,

in der viele dunkle Theilchen von gleichem ſpecifiſchen Gewichte mit der Flüſſigkeit umherſchwammen. Die Reſultate dieſes Verſuchs ſtimmten durchgehends mit denen des vorigen überein, und beſtätigen dadurch die wärmeleitende Kraft des Queckſilbers. — Sobald ich die heiſse Lauge über die kalte gegoſſen hatte, ſah ich die dunkeln Theilchen ſich ſehr ſchnell herauf- und herabbewegen, doch hatten die Seitenwände des Gefäſses auf dieſe Bewegungen keinen Einfluſs, da in allen Theilen der Flüſſigkeit Theilchen ſtiegen und andere ſanken. Sie ſtiegen ſchnell, bis ſie in einer gewiſſen Entfernung von der Oberfläche kamen, einige ſelbſt bis an die Oberfläche; dann ſanken ſie eben ſo ſchnell, bis ſie ſich dem Queckſilber bis auf eine gewiſſe Weite genähert hatten, ſtanden hier einen Augenblick ſtill, und ſtiegen dann wieder mit gleicher Geſchwindigkeit an, wie zuvor. Immer kamen ſie alle in gleicher Entfernung vom Queckſilber zum Stillſtande; dieſe betrug anfangs $\frac{1}{2}$ Zoll, wurde aber immer gröſser, je mehr die Flüſſigkeit ſich abkühlte, und zuletzt ſtiegen die Theilchen nicht bis über die Mitte der Flüſſigkeit herab. Stieg ein Theilchen tiefer hinunter, ſo kam es gleich zum Stillſtehn, und ſtieg nicht wieder an. Mit dem Raume, durch den ſie auf- und abſtiegen, nahm allmählig auch ihre Geſchwindigkeit ab, und nach 40′ konnte ich überhaupt keine Bewegung mehr in ihnen wahrnehmen, obſchon jedes Theilchen, wenn ich nach einiger Zeit wieder hinſah, doch ſeinen Platz ver-

ändert hatte. — Nach dieſen Bewegungen zu urtheilen, ſcheint es mir, daſs die Theilchen nahe an der Oberfläche ihre Wärme hergeben, dadurch ſpecifiſch ſchwerer werden, und deshalb zum Queckſilber herabſinken, hier aber in eine Schicht kommen, die kälter und dichter iſt, als ſie ſelbſt ſind, wo ſie deshalb ruhen. Dieſe herabgehenden Ströme müſſen von ſelbſt heraufſteigende veranlaſſen. Da ſie nicht bis zur Oberfläche des Queckſilbers herabdringen, ſo können ſie nicht einmahl dieſe unmittelbar erwärmen, geſchweige denn die Temperatur des Thermometers afficiren. *)

Zuletzt änderte ich den Verſuch noch dahin ab, daſs ich über das Queckſilber $1\frac{1}{2}$ Zoll hoch Leinöhl, das bis 230° erhitzt war, goſs, und das ſich während des Eingieſsens bis auf 180° abkühlte. Der Erfolg war im Ganzen derſelbe als in den vorigen Verſuchen. Das einzige Auffallende war, daſs das Thermometer *B* während des Eingieſsens des heiſsen Oehls nur von $41\frac{1}{2}$ bis 50°, alſo nur um $8\frac{1}{2}$° ſtieg, während es in den beiden vorigen Verſuchen um faſt 30° geſtiegen war.

Alle drei Verſuche wiederhohlte ich noch mit mannigfaltigen Abänderungen, die hier zu beſchreiben, zu langweilig ſeyn würde. Immer blie-

*) Daſs dieſe Erklärung nicht die richtige iſt, und was es für eine Bewandniſs mit ſolchen anſcheinenden Strömen in Flüſſigkeiten, die erwärmt oder erkältet werden, hat, zeigt Thomſon in dem zunächſt folgenden Aufſatze. *d. H.*

ben die Reſultate ſehr nahe dieſelben. Sie ſcheinen es mir auſser Zweifel zu ſetzen, das Queckſilber ein Leiter der Wärme iſt.

Ich wünſchte nun durch ähnliche Verſuche auszumachen, ob nicht auch *Waſſer* ein Wärmeleiter ſey. Zu dem Ende füllte ich den Recipienten *A* mit Waſſer von 40° Wärme, (eine gleiche Temperatur hatte die Luft,) ſo weit, daſs es 0,8 Zoll über der Kugel des Thermometers *B* ſtand. Darüber goſs ich eine dünne Lage Leinöhl, und darauf vorſichtig heiſses Leinöhl von 220° Wärme, bis es 1″,15 hoch über der Oberfläche des Waſſers ſtand. Die Temperatur des Oehls, als ich es beobachten konnte, war bis 160° geſunken, das Thermometer *B* ſtand aber noch auf 40°. Erſt nach mehrern Minuten fing es an zu ſteigen, und ſtieg dann 34′ lang, aber nur um $6\frac{1}{2}$°. — Ich wiederhohlte dieſen Verſuch mit allen drei Thermometern, und zwar ſo, daſs ſich *A* 0,2″, *B* 0,7″ und *C* 1″,725 unter der Oberfläche des Waſſers befand. Das Waſſer war 2″,2 tief und hatte, gleich der Luft, eine Temperatur von 42°. Darauf goſs ich etwas kaltes und dann heiſses Leinöhl von 220° Wärme bis zu einer Höhe von 2″,125 darüber.

Nun ſtiegen die Thermometer	A	B	C
überhaupt um	18°	10°	6,5°
und erreichten den höchſten Stand in	11′	31′	106′

Hieraus iſt offenbar, daſs Waſſer den Wärmeſtoff nicht *durch ſich hindurchläſst*, da die Thermometer ſo langſam, und nicht inſtantan ſtiegen. Fer-

ner erhellt daraus, dafs auch nicht die Wände des Gefäfses den Wärmeftoff zugeleitet haben können; denn fonft hätte in allen Verfuchen das Thermometer *C*, das fich den Wänden zunächft befand, am fchnellften, oder doch wenigftens in den Verfuchen mit Leinöhl in allen um gleich viel und gleich fchnell ftei gen müffen. In dem mit Queckfilber ftieg es aber höher und fchneller, nämlich um 13° in 15', welches leicht zu erklären ift, wenn man annimmt, dafs Waffer ein fchlechterer Wärmeleiter als Queckfilber ift. — Dafs die kalte Flüffigkeit durch das Eingiefsen des heifsen Leinöhls weder in Wellenbewegung noch in ftrömende Bewegung geräth, und dadurch etwa mit dem Thermometer in unmittelbare Berührung kömmt, zeigte fich, als ich eine Lauge von kohlenfaurem Kali, die mit Bernfteinftückchen gemengt war, in den Recipienten *M*, bis fie 0,3 Zoll über der Thermometerkugel *B* ftand, und darüber $\frac{1}{2}$ Zoll hoch kaltes Waffer gofs. Beide Flüffigkeiten ftanden ruhig und unvermifcht über einander, und als ich nun noch kochendes, durch Kohlfaft bläulich gefärbtes Waffer hinzugofs, blieb die blaue Flüffigkeit zu oberft und fenkte fich nur in Wolken hier und da etwas bis über die Hälfte in das kalte Waffer hinab, erreichte aber nirgends die Kalilauge. Das Thermometer *B* ftieg in 20' um 17°, das Thermometer *C*, welches das Gefäfs berührte, aber erft in 65' um 16°, und während diefer ganzen Zeit blieben die Bernfteinftückchen in vollkommner Ruhe. Mithin gab es während des

Verſuchs in der Lauge keine Ströme. Dieſe hätten aber vorhanden ſeyn müſſen, (an den Seiten aufſteigende, in der Mitte ein herabſteigender Strom,) wäre die Lauge durch die Seitenwände des Gefäſses erwärmt wroden. Dieſer Verſuch beweiſt alſo zugleich wieder, daſs die Wärme dem Thermometer *B* nicht durch die Wände des Gefäſses zugeführt wurde.

Da nun alle andern Urſachen, durch die das Steigen des Thermometers *B* in dieſen Verſuchen bewirkt werden konnte, wie wir hieraus ſehen, unzuläſſig ſind, ſo müſſen wir ſchlieſsen, daſs allerdings auch das Waſſer ein *Leiter der Wärme* iſt. Und zwar ſcheint es ein viel ſchlechterer Wärmeleiter als Queckſilber zu ſeyn.

Noch ſtellte ich einen Verſuch mit *Schwefelſäure* an. Ich füllte concentrirte Schwefelſäure in den Recipienten *M*, bis ſie 0,6 Zoll hoch über der Kugel des Thermometers *B* ſtand. Die Temperatur derſelben und der Luft war 43°. Darüber goſs ich mit Vorſicht eine geſättigte Lauge von überſchüſſig ſaurem ſchwefelſauren Kali von derſelben Temperatur 0,4 Zoll hoch. Beide Flüſſigkeiten blieben völlig unvermengt. Nur allmählig verband ſich das oben ſtehende Waſſer mit der Säure darunter, unter Entbindung von Wärme, und dieſe Wärme, erwartete ich, werde ſich durch die Wärme nach unten fortpflanzen. Das Thermometer *A* war ſo aufgehangen, daſs die ganze Kugel in ſchwefelſaurem Kali hing; es ſtieg in 20′ von 43° bis 82°, blieb 15′

ſtehn

ſtehn und ſank dann ſehr allmählig. Das Thermometer *B* ſtieg von 43° bis $63\frac{1}{2}$°, erreichte dieſe Höhe aber erſt in 70′, und ſank dann nach 5′ ſehr langſam wieder herab. Das Thermometer *C*, welches 1″,366 unter der Oberfläche der Säure hing, ſtieg 90′ lang von 43° bis $56\frac{1}{4}$° und blieb 30′ lang auf dieſer Höhe ſtehn. — Nach zwei Tagen war die Berührungsfläche beider Flüſſigkeiten noch ſo deutlich wahrzunehmen, wie je, nur war die Schicht ſchwefelſaures Kali noch einmahl ſo hoch geworden, welches offenbar daher rührte, daſs ſich ein anſehnlicher Theil Säure mit ihr verbunden hatte.

Dieſer Verſuch, glaube ich, beweiſt, daſs auch Schwefelſäure ein Leiter der Wärme iſt. Und ſo ſind höchſt wahrſcheinlich alle Flüſſigkeiten Wärmeleiter.

II.

Ueber die Strömungen, die vorgeblich in erwärmten Flüſſigkeiten ſtatt finden,

von

THOMAS THOMSON,
M. D. u. Lehrer der Chemie in Edinburg. *)

Bei keinen Unterſuchungen iſt es wohl leichter, uns zu täuſchen, als bei Nachforſchungen über die innern Bewegungen der Theilchen eines Körpers. Da die einzelnen Theilchen zu klein ſind, um wahrgenommen zu werden, ſo können auch ihre Bewegungen nicht unmittelbar in die Sinne fallen, und es läſst ſich auf ſie nur aus gewiſſen ſichtbaren Veränderungen ſchlieſsen, die wir als die Folgen, oder höchſtens als die beſtändigen Begleiter dieſer Bewegungen anſehn. Leider ſind aber die Erſcheinungen, auf die wir unſre Schlüſſe bauen, ſelten von der Art, daſs ſich für ſie nur eine einzige Urſach und keine andere denken lieſse. Sie laſſen ſich mehrentheils von verſchiednen Urſachen herleiten; um die wahre aufzufinden, wird nicht wenig Fleiſs, Geduld und beſondere Geſchicklichkeit erfordert; und ſelbſt alle mögliche Vorſicht ſchützt uns nicht immer vor Irrthum. Die Erſcheinung, mit der ſich dieſe Abhandlung beſchäftigt, giebt ein ſehr in

*) Nicholſon's *Journ.*, Febr. 1802, p. 81 f. *d. H.*

die Augen fallendes Beiſpiel, wie nöthig die gröſste Vorſicht bei unſern Folgerungen iſt, ſelbſt wenn ſie auf den erſten Blick mit unumgänglicher Nothwendigkeit aus den Erſcheinungen zu flieſsen ſcheinen.

Graf Rumford wurde auf die Vermuthung, daſs Flüſſigkeiten Nichtleiter der Wärme ſind, durch das Auf- und Niederſteigen einiger undurchſichtiger Theilchen geführt, welches er in Flüſſigkeiten wahrnahm, die zum Abkühlen in einem von der Sonne beſchienenen Fenſter ſtanden.*) Es war ſehr natürlich, daſs er ſchloſs, dieſe Bewegung werde durch Strömungen in der Flüſſigkeit, welche gleiche Richtung mit den dunkeln Körperchen haben, hervorgebracht; und daraus folgerte er, daſs jedes einzelne Theilchen der Flüſſigkeit nur dadurch abgekühlt werde, daſs er ſeinen Wärmeſtoff an der Oberfläche oder an den Seiten des Gefäſses abſetze, daſs alſo dieſe Theilchen unfähig ſeyen, einander ſelbſt die Wärme mitzutheilen. Die Vorrichtung, durch die er dieſe Bewegungen dem bloſsen Auge ſichtbar machte, iſt ſehr einfach und ſinnreich. Er vermiſchte kleine Bernſteinkörnchen mit einer Kaliauflöſung, die mit Waſſer verdünnt wurde, bis ihr ſpecifiſches Gewicht dem des Bernſteins gleich war, und bis daher die Bernſteinkörnchen überall in der Auflöſung ſchwebten. Sobald die Flüſſigkeit erwärmt wurde, ſtiegen die Körner auf und ab, und zeigten dem Zuſchauer die Strömungen in der

*) Vergl. *Annalen*, I, 216 f. *d. H.*

Flüſſigkeit, deren Daſeyn hierdurch ſo vollgültig bewährt zu ſeyn ſcheint, daſs bis jetzt, ſo viel ich weiſs, noch niemand auch nur einmahl vermuthet hat, dieſe Bewegung könne auf einer andern Urſach beruhen. Ich habe den Verſuch häufig wiederhohlt, ihn auch andern gezeigt; und obgleich die Bewegungen nicht ganz ſo waren, wie Graf Rumford ſie beſchreibt, ſo verfehlten ſie doch nie, bei jedem die vollkommene Ueberzeugung von der Wirklichkeit der Strömungen, wie ſie dieſer Naturforſcher angiebt, hervorzubringen. Und doch wird die Bewegung des Bernſteins in der That nicht durch die Strömungen in der Flüſſigkeit erzeugt, und iſt oft vorhanden, wenn dergleichen Strömungen durchaus fehlen. Dieſe Behauptung ſcheint auf den erſten Anblick vielleicht ſehr ſonderbar, allein die Beweiſe, worauf ſie ſich gründet, laſſen keinen Zweifel übrig.

Mehrere Umſtände bei dieſen vorgeblichen Strömungen ſind, wenn wir genauer darüber nachdenken, nicht leicht zu erklären. Die Bewegung des Bernſteins iſt ſehr ſchnell, indeſs der Unterſchied des ſpecifiſchen Gewichts der warmen und kalten Theilchen der Flüſſigkeit, worauf, nach Graf Rumford, die Urſach der Strömungen beruhen ſoll, nur eine ſo langſame Bewegung hervorbringen könnte, daſs ſie kaum wahrzunehmen wäre. Noch mehr ſetzt uns das völlige Miſsverhältniſs zwiſchen dieſen ſchnellen Strömungen und der Langſamkeit, mit der ſich die Flüſſigkeit abkühlt, in Verlegenheit. Be-

wegte sich das Wasser wirklich mit derselben Schnelligkeit wie der Bernstein, und verlöre, [an der Oberfläche und den Seiten,] auch immer nur den zehnten Theil des Wärmestoffs, der nöthig ist, um diese Geschwindigkeit hervorzubringen, so müsste sich die ganze Flüssigkeit fast in einem Augenblicke bis zur Temperatur der Atmosphäre abkühlen, statt dass dazu immer einige Stunden erforderlich sind.

Diese auffallenden Anomalien liessen vermuthen, dass wohl eine andere Ursach, als die Strömungen in der Flüssigkeit, die Bewegung des Bernsteins hervorgebracht haben könne, und machte eine aufmerksamere Prüfung dieses Gegenstandes nothwendig. Folgende Versuche schienen mir die einfachsten, um zu bestimmen, ob jene Strömungen wirklich statt finden oder nicht.

Ich goss in das gläserne Gefäss *A*, (Taf. II, Fig. 2,) Wasser, welches mit dem Safte von rothem Kohle blau gefärbt war, bis es bis *m* stand. Dann füllte ich reines Wasser bis *n* darüber, so dass es unvermischt mit der blauen Infusion blieb, was mir erst nach mehrern misslungnen Versuchen glückte, mit Hülfe eines Stückchens Kork, das auf der Oberfläche der blauen Flüssigkeit schwamm, und eines Trichters, der sich in ein langes Haarröhrchen endigte. So hatte ich in dem Gefäse *A* zwei Flüssigkeiten, beide von fast gleichem specifischen Gewichte, die untere blau, die obere ungefärbt, und bei *m* deutlich von einander geschieden. Mehrere dunk-

le Theilchen ſchwebten in dem blauen Aufguſſe und dieſe dienten ſtatt der Bernſteinkörnchen.

Meine Abſicht war, den Boden des Gefäſses A zu erhitzen, wodurch die vorgeblichen Strömungen hervorgebracht, und die dunkeln Körperchen in Bewegung geſetzt werden muſsten. Wurden nun die in der Flüſſigkeit ſchwebenden Theilchen wirklich durch Strömungen bewegt, ſo muſsten ſie offenbar Theile des blauen Infuſums mit ſich hinaufnehmen, und indem ſie durch die Fläche *m* in das ungefärbte Waſſer ſtiegen, hätte ein blauer, dem Auge bemerkbarer Strom ſie begleiten müſſen. Waren dagegen bloſs die im Waſſer ſchwebenden Körperchen in Bewegung, das Waſſer ſelbſt aber in Ruhe, ſo muſsten ſie durch die Fläche *m* ſteigen ohne von einem Strome des blauen Infuſums begleitet zu werden.

Ich ſetzte nun eine brennende Lampe in eine ſolchen Entfernung unter das Gefäſs *A*, daſs einige Zeit verſtrich, ehe die Körperchen in Bewegung kamen, und ſtellte mich ſo, daſs ſich das Gefäs gerade zwiſchen meinem Auge und dem Fenſter befand. Allmählig begannen die Körperchen durch die Fläche *m* anzuſteigen, und kamen in das ungefärbte Waſſer, *ohne von Theilen des blauen Infuſum begleitet zu ſeyn.* Darauf ſtiegen ſie, wie gewöhnlich, wieder herab, und dieſe Wechſelbewegungen dauerten einige Zeit fort, ohne eine Vermiſchung beider Flüſſigkeiten zu bewirken. Dieſes war ein offenbarer Beweis, daſs die Bewegung der Körper

chen nicht die Strömungen in der Flüſſigkeit zur Urſach hatte, ſondern von ihr ganz unabhängig war. Jedes Mahl, als ein ſolches Körperchen über die Linie *m* hinausging, erhob ſich die Oberfläche der blauen Flüſſigkeit wellenförmig. Durch die beſtändige Wiederhohlung dieſer wellenförmigen Bewegung wurde die Linie *m* endlich undeutlich, und ſtieg immer höher und höher, bis endlich alles Waſſer bläulich gefärbt war; doch verſtrichen wohl 10 Minuten, ehe dieſes geſchah, und die Bewegung der ſchwebenden Körperchen, welche die ganze Zeit hindurch ununterbrochen fortdauerte, war immer noch ganz deutlich.

Es war noch nöthig, dieſen Verſuch mit Bernſteinkörnchen zu wiederhohlen, um gewiſs zu werden, ob auch ihre Bewegungen von derſelben Art waren, wie die jener ſchwebenden Körperchen, oder nicht. Ich füllte zu dem Ende das Glas *A* bis an *m* mit einer Kaliauflöſung, in der Bernſteinkörnchen ſchwammen, erhitzte es bis zum Sieden über einem Feuer, und liefs es ſelbſt einige Zeit ſieden. Das Gefäſs wurde in einem Zimmer, wo die Luft eine Temperatur von 50° hatte, aufgehangen, ſo daſs ſich die Kaliauflöſung um 150° abkühlen konnte.*) Ich färbte darauf die Oberfläche der Auflöſung mit einem oder zwei Tropfen des Infuſums von rothem Kohle, ſo daſs eine gefärbte Schicht

*) Vorläufige Verſuche hatten mich gelehrt, daſs der Verſuch bei einer höhern Temperatur miſsglückt. *Tk.*

von etwa $\frac{1}{2}$ Zoll Höhe auf der Auflöfung ſchwamm.*) Die Abkühlung dauerte ohne Unterbrechung fort, und die Flüſſigkeit erreichte die Temperatur der Luft, ohne die geringſte Veränderung in dem gefärbten Theile, oder eine Vermiſchung deſſelben mit dem untern ungefärbten Theile zu bewirken. In der erſten Zeit des Abkühlens ſtieg der Bernſtein auf und nieder; einzelne Stückchen kamen ſelbſt bis an die Oberfläche, und ſtiegen dann wieder bis auf den Boden hinab. — Dieſer Verſuch zeigt ganz entſcheidend, daſs Strömungen die Bewegung des Bernſteins *nicht* hervorbrachten, und daſs während der ganzen Zeit, daſs ſich die Flüſſigkeit von 150 bis 50° abkühlte, in der That in ihr gar keine Strömungen ſtatt gefunden hatten.

Da auf dieſe Art dargethan war, daſs der Bernſtein ſich durch die Flüſſigkeit bewegt, und nicht von ihr in Bewegung geſetzt wird; ſo kam es nun darauf an, wo möglich, die Urſach dieſer Bewegung auszumitteln. Vielleicht, daſs folgende Beobachtungen einiges Licht hierüber verbreiten.

1. Wird eine Kaliauflöſung mit Bernſteinkörnchen von gleichem ſpecifiſchen Gewichte mit ihr, in einem Glaſe bis nahe zum Siedepunkte erhitzt, und dann in der Luft aufgehangen, um ſich abzukühlen, ſo ſinkt aller Bernſtein zu Boden. Daraus ſehen wir, daſs der Bernſtein, der mit der kalten Auflöſung gleiches ſpecifiſches Gewicht hatte, ſpe-

*) Die Farbe iſt, wenn man wenig Kohlſaft nimmt, gelb; zu viel macht eine grüne Farbe. *Th.*

cifisch schwerer ist, als die heisse Auflösung, dass folglich der Bernstein sich in der Wärme weniger, als die Kaliauflösung, ausdehnt.

2. Der Bernstein bleibt aber nicht lange auf dem Boden. Die Körner steigen, eins nach dem andern, allmählig in die Höhe bis an die Oberfläche, und zwar mit sehr verschiedner Geschwindigkeit, einige schnell, andre langsam. Haben sie die Oberfläche erreicht, so fallen sie immer wieder zu Boden. Die Wechselbewegungen dauern einige Zeit fort; nach und nach vermindert sich aber die Zahl der auf- und absteigenden Körner, und endlich setzen sie sich alle zu Boden. Zuweilen stossen zwei Bernsteinkörnchen, ein auf- und ein absteigendes, in irgend einem Theile der Auflösung auf einander. In diesem Falle tauschen sie zuweilen ihre Bewegungen um; das, welches vorher aufstieg, sinkt zu Boden, und das herabsteigende kehrt zur Oberfläche zurück. Wird der Versuch mit einer durchsichtigen Auflösung und bei hellem Lichte angestellt, so bemerkt man an jedem aufsteigenden Bernsteinkörnchen ein Luftbläschen, welches das Körnchen mit in die Höhe nimmt. Dieses Bläschen trennt sich an der Oberfläche, und der Bernstein, seines Hülfsmittels zum Steigen beraubt, fällt wieder zu Boden. Zuweilen, wenn zwei Bernsteinkörnchen sich begegnen, geht das Luftbläschen von dem einen auf das andre über, was die Umwechselung ihrer Bewegungen veranlasst. Diese Luftbläschen sind von verschiedner Grösse; daher die ver-

ſchiedne Schnelligkeit der aufſteigenden Bernſtein körnchen.

3. Hat man die Kaliauflöſung einige Minuten in dem Glaſe ſieden laſſen, und dann unmittelbar in der Luft zum Abkühlen aufgehangen, ſo machen ſich Dampfblaſen in groſser Menge eine geraume Zeit lang von den Bernſteinſtückchen los, und verurſachen eine ſehr lebhafte Bewegung derſelben. Daraus ſieht man, daſs der Bernſtein eine höhere Temperatur, als 212° F. erreicht, und daſs er nach und nach dieſes Uebermaaſs von Wärmeſtoff an die umgebende Flüſſigkeit abtritt.

4. Auch nachdem die Dampfentwickelung ganz aufgehört hat, fährt der Bernſtein fort, ſchnell herauf- und herabzuſteigen, auf eine ſehr regelmäſsige Weiſe. Allmählig nimmt die Schnelligkeit der Bewegungen ab, und wenn die Auflöſung ſich bei einer Lufttemperatur von 50° bis auf etwa 140° abgekühlt hat, ſetzt ſich der Bernſtein zu Boden. *) Dieſe Bewegungen ſind zu geſchwind, als daſs ſie

*) Der Bernſtein, mit dem man dieſen Verſuch anſtellen will, muſs wie ein feiner Sand ſeyn, ſonſt fällt er ſogleich zu Boden. Aber ſelbſt dann können die Strömungen mit bloſsem Auge bemerkt werden, wenn das Glas durchſichtig iſt. Dieſes Factum iſt merkwürdig, und kann bloſs dadurch erklärt werden, daſs man ein gröſseres Intervall als gewöhnlich zwiſchen den Strömungen und dem übrigen Waſſer annimmt, oder daſs man ein verſchiednes ſpecifiſches Gewicht bei ihnen vorausſetzt. *Th.*

durch die Abkühlung der Flüſſigkeit hervorgebracht werden ſollten; ſie hängen indeſs beſtimmt von der hohen Temperatur derſelben ab. Ich würde glauben, daſs ſie die Strömungen, welche das Sieden in der Flüſſigkeit hervorbringt, anzeigten, da ſie denen ſehr ähnlich ſind, die bei einer heftigen Bewegung einer Flüſſigkeit entſtehn, wenn ſie nicht weit längere Zeit dauerten, und alle Mahl dann aufhörten, wenn der Unterſchied der Temperatur der Flüſſigkeit und der äuſsern Luft etwa 90° beträgt.

5. Nachdem der Bernſtein ſich zu Boden geſetzt hat, dauert die Abkühlung ohne merkwürdige Erſcheinungen fort, bis, bei einer äuſsern Temperatur von 50°, die Flüſſigkeit etwa auf 100° kommt. Bei dieſer Temperatur zeigen ſich einige Stückchen Bernſtein nur eben über den Boden des Gefäſses erhoben, und je kühler nun die Flüſſigkeit wird, deſto höher ſteigt allmählig der Bernſtein. Zwar läſst ſich in demſelben keine Bewegung wahrnehmen; beobachtet man aber von Zeit zu Zeit die Lage einzelner Stückchen, ſo ſieht man offenbar, daſs ſie ihren Platz verändert und ſich der Oberfläche genähert haben. Hat endlich die Flüſſigkeit die Temperatur der Luft erreicht, ſo ſieht man einige Stückchen Bernſtein an der Oberfläche ſchwimmen, andere nicht weit unter der Oberfläche, und kurz, den Bernſtein durch alle Theile der Flüſſigkeit vertheilt. Man mag die Flüſſigkeit in dieſem Zuſtande laſſen, ſo lange man will, ſo verändern die Bernſteinkörnchen in ihr ihre Lage nicht, wenn ſich

nicht die Temperatur der äuſsern Luft beträchtlich verändert. — Wir ſehen hieraus, daſs das Waſſer ſich ſchneller als der Bernſtein abkühlt; ſo daſs in einer Periode der Bernſtein ſpecifiſch leichter wird als das Waſſer, und deshalb doch nur höchſt langſam ſteigt, da die Differenz der ſpecifiſchen Schwere beider Körper äuſserſt geringe iſt. Zuerſt glaubte ich, der Bernſtein ſteige dadurch, daſs die obern Lagen der Flüſſigkeit herabſinken, und die untern, worin ſich der Bernſtein befindet, hinaufdrücken. Allein ich irrte mich. Denn als ich die Oberfläche der Auflöſung gelb färbte, blieb die gelbe Schicht rein abgeſchnitten, und veränderte ihre Stelle während des ganzen Prozeſſes nicht.

Bemerkung von Nicholſon. Atwood beweiſt in ſeiner *Treatiſe on Motion, Sect.* 5, *Prop.* 12, daſs eine Kugel von verſchwindendem Gewichte in jeder dichten Flüſſigkeit mit gleichförmiger Bewegung anſteigen müſſe, mit einer Geſchwindigkeit, welche ſie beim Fallen im luftleeren Raume durch $\frac{4}{3}$ ihres Durchmeſſers erlangt haben würde. Dieſes iſt die gröſst-möglichſte Geſchwindigkeit, die beim Aufſteigen einer Kugel in einer Flüſſigkeit ſtatt findet. Es kann ungereimt ſcheinen, da eine Berechnung zu verſuchen, wo der Durchmeſſer eines integrirenden Theilchens zu den Datis gehört. Allein wenn wir für den Durchmeſſer eines Waſſertheilchens bei deſſen gröſster Ausdehnung durch die Hitze irgend eine ſehr kleine Gröſse, z. B.

den millionſten Theil eines Zolls, annehmen, und danach die Geſchwindigkeit deſſelben beim Aufſteigen berechnen, (ſie würde in dieſem Falle kaum 0,02 eines Zolles in *einer* Minute betragen,) ſo finden wir wenig Grund, anzunehmen, daſs aufſteigende Strömungen durch die bloſse Ausdehnung der Waſſertheilchen, die nur durch die Berührung mit dem ſie umgebenden Gefäſse erwärmt werden, hervorgebracht werden können. Und dieſes muſs doch nothwendig angenommen werden, wenn Flüſſigkeiten die Wärme nicht von Theilchen zu Theilchen zu leiten vermöchten.

Vorliegender trefflicher Aufſatz leitet unſre Aufmerkſamkeit auf die mechaniſche Urſach der Circulation, die ohne allen Streit in Flüſſigkeiten, während ſie von unten erhitzt werden, ſtatt findet, und welche den Hauptgrund zu der weit ſchnellern Erhöhung der Temperatur auf dieſem Wege abgeben. Die Entwickelung und das Aufſteigen elaſtiſcher Flüſſigkeiten ſcheint in den meiſten, und wahrſcheinlich in allen Fällen, vorauszugehn, und zuletzt dieſen Kreislauf in dichtern Flüſſigkeiten hervorzubringen. In dieſer Hinſicht iſt hier noch ein weites Feld zu Nachforſchungen, die Art und Weiſe, wie ſich die Wärme durch Flüſſigkeiten verbreitet, betreffend. Keineswegs aber würde es gut ſeyn, durch unbeſtimmte Meinungen den Aufſchlüſſen vorzugreifen, welche wir durch die Verſuche Anderer zu erwarten haben.

des feſten Körpers in Berührung kommen un eine Temperaturerhöhung erleiden. Nach Gra Rumford kann die Temperatur flüſſiger Körpe allein auf dieſe Art verändert werden. Jeder feſte Körper, der mit ihnen in Berührung iſt, kann ihnen Wärme mittheilen, aber der erhitzte Theil der Flüſſigkeit theilt der übrigen Maſſe nichts von ſeinem Wärmeſtoffe mit, und nur die innere Bewegung der Theile bewirkt die Temperaturveränderung des Ganzen.

Daſs dieſe groſsen Theils dadurch bewirkt wird haben Graf Rumford's Verſuche deutlich gelehrt Er zeigte, daſs bei der Erhitzung eines flüſſigen Körpers Bewegungen ſeiner Theile ſtatt finden, und daſs alles, was dieſe Bewegungen aufhält oder verhindert, auch die Schnelligkeit vermindert, mit welcher die Temperatur erhöht wird. Doch iſt es offenbar, und Graf Rumford ſelbſt hat es zugegeben, daſs die Verſuche, welche dies beweiſen ſollen, an ſich betrachtet, *den* Satz nicht beweiſen, daſs *nur dieſe* Urſach die Temperaturveränderung in der Flüſſigkeit hervorbringen könne, und daſs ſie nicht zum Theil auch durch den Uebergang des Wärmeſtoffs von einem Theile der Flüſſigkeit zu einem andern erzeugt werde.

Ein andrer Grund ſcheint entſcheidend für Graf Rumford's Meinung zu ſprechen. Iſt ſie richtig ſo kann keine Flüſſigkeit von oben herab erhitzt werden. Wird ein heiſser Körper an die Oberfläche derſelben gebracht, ſo wird bloſs die Tempe-

ratur

ratur ihrer oberſten Lage erhöht, indem ſie keinen Theil des Wärmeſtoffs, den ſie empfangen hat, nach unten mittheilen, und auch kein Theil der ſpecifiſch leichtern erwärmten Flüſſigkeit herabſinken kann, daher die Temperatur des untern Theils der Flüſſigkeit unverändert bleiben muſs. Graf Rumford hat, um darzuthun, daſs dieſes wirklich ſtatt finde, eine Menge Verſuche angeſtellt, unter denen mir der ſtringenteſte der zu ſeyn ſcheint, dem zu Folge ein erhitzter eiſerner Cylinder, der in Olivenöhl aufgehangen wurde, von einem nur 0,2 Zoll entfernten, auf dem Boden des Gefäſses befeſtigten Eisſtücke nichts zu ſchmelzen vermochte. Um dieſe Sache näher zu prüfen, bediente ich mich des Taf. II, Fig. 3, abgebildeten Apparats.

Das Thermometer *A* iſt ſo gebogen, daſs der Schenkel *ac*, der von der Kugel ausläuft, länger iſt als der Schenkel *bc*, an dem ſich die Scale befindet, und es iſt ſo weit mit Queckſilber gefüllt, daſs bei jeder mäſsigen natürlichen Wärme der Schenkel *a* vollkommen gefüllt bleibt. Unten an der Röhre *b* fängt ſich die Scale mit 20° Fahr. an. Dieſes gebogene Thermometer iſt an einem Glasſtabe, und dieſer Stab in einer hölzernen Scheibe befeſtigt, welche dem Cylinderglaſe *B* zum Fuſse dient. Dieſes Glas iſt 3 Zoll weit und 9 Zoll hoch, und auf dem hölzernen Fuſse mit Wachs aufgekittet. Mit dieſem Apparate wurden folgende Verſuche angeſtellt:

Verſuch 1. In das Gefäſs *B* wurde bis $\frac{1}{4}$ Zoll hoch über der Kugel des Thermometers Waſſer

von einer Wärme von 46° Fahr. gegoſſen. Dieſelbe Temperatur hatte die Luft in dem Zimmer. Ich goſs nun eine Unze Olivenöhl, das bis auf 140° erhitzt war, auf ein kleines Stück Karte, legte dieſes auf die Oberfläche des Waſſers, zog die Karte langſam zurück, und vermied nun möglichſt alle Bewegung des Waſſers. In Zeit von einer Minute fing das Thermometer an, langſam zu ſteigen, fünf Minuten nach dem Anfange des Verſuchs war es 4° geſtiegen, in zehn Minuten $6\frac{1}{2}$°, in funfzehn Minuten 8°. Nun ſtand es ſieben Minuten auf dieſem Punkte, ehe es wieder anfing, ganz langſam zu fallen.

Verſuch 2. In das Gefäſs *B* wurde wieder, bis 1 Zoll hoch über der Thermometerkugel, Waſſer von 49° Wärme gegoſſen, und darauf eine kupferne Kugel von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmeſſer in ſiedendem Waſſer bis 212° erhitzt und mittelſt eines Metalldrahts über der Thermometerkugel ſo aufgehangen, daſs der Zwiſchenraum $\frac{1}{4}$ Zoll betrug. $2\frac{1}{2}$ Minute nach dem Einſenken der Kugel ſchien noch keine Wirkung auf das Thermometer geſchehn zu ſeyn; in fünf Minuten war es $1\frac{1}{2}$°, in zehn Minuten vom Anfange des Verſuchs an, $4\frac{1}{2}$°, in funfzehn Minuten $7\frac{1}{2}$°, in zwanzig Minuten $8\frac{1}{2}$° geſtiegen. Nun blieb es ſtehen, und fing erſt nach funfzehn Minuten wieder an zu fallen. Ein Thermometer, (*C* in Fig. 1,) das ich ſo aufhing, daſs die Kugel deſſelben nur eben unter der Oberfläche des Waſſers getaucht war, ſtieg in wenig Minuten auf 82°, und von dieſem

Punkte an fiel es wieder allmählig. Folgende Tabelle zeigt die Reſultate dieſes Verſuchs noch genauer.

Die Temperatur der Luft im Zimmer und des Waſſers im Gefäſse war 49°. Es ſtand nach Einſenkung der erhitzten Kugel

		das Therm. *A*		das Therm. *C*
3 Minuten	auf	49½°	auf	78°,
5		50½		82
10		53½		73
15		56½		69
20		57½		65
30		57½		62
40		57		60
50		56½		58½
65		56		56

Beide Verſuche gaben, als ich ſie wiederhohlte, dieſelben Reſultate, mit nur unbedeutenden Abweichungen.

In dieſen Verſuchen ging offenbar eine Quantität Wärmeſtoff durch einen Theil der Flüſſigkeit herab, ſo daſs ſie eine beträchtliche Temperaturerhöhung in dem Thermometer bewirkte, welche beim erſten Verſuche in 15 Minuten 8°, im zweiten in 20 Minuten 8½° betrug. Und hieraus würde folgen, daſs Flüſſigkeiten allerdings Wärmeleiter ſind, würde nicht in allen Verſuchen dieſer Art eine Quantität Wärmeſtoff durch die Wände des Gefäſses herabgeleitet. Dieſe Quantität läſst ſich nicht mit einiger Genauigkeit beſtimmen, daher bleiben die Reſultate jener Verſuche immer zweifelhaft.

Dafs bei diefen Verfuchen dem Thermometer wirklich durch das Gefäfs, worin die Flüffigkeit enthalten ift, Wärmeftoff zugeführt wurde, läfst fich leicht zeigen. Bei dem erften Verfuche kam das heifse Oehl, das über die Oberfläche des Waffers verbreitet wurde, unmittelbar mit den Wänden des Gefäfses in Berührung. Daher mufste das Glas erhitzt werden und nach jeder Richtung den Wärmeftoff ausbreiten. Der Antheil deffelben, der fich nach unten ausbreitete, mufste fich den Waffertheilen, die das Gefäfs unmittelbar berührten, mittheilen, und dadurch, nach des Grafen von Rumford Idee, Strömungen veranlaffen, die an den Seiten heraufwärts, in der Achfe des Gefäfses aber herabwärts ftiegen; hierdurch mufste die Schicht des erwärmten Waffers fich immer mehr vergröfsern, und der Thermometerftand früher oder fpäter verändert werden, je nachdem die Kugel tiefer in die Flüffigkeit herabreichte, und das Thermometer konnte nur erft aufhören zu ftei gen, wenn die Temperatur der ganzen Lage der Flüffigkeit, die fich oberhalb deffelben befand, ziemlich gleichförmig war. — Einen ähnlichen Erfolg mufste der zweite Verfuch haben, da die erhitzte Kugel einen Theil ihres Wärmeftoffs unmittelbar dem Waffer, mit welchem fie in Berührung kam, mittheilen, und diefes den Seiten des Gefäfses zufliefsen und ihnen Wärmeftoff überlaffen mufste. Man könnte glauben, dafs die Menge des fo durch das Gefäfs zugeführten Wärme-

ſtoffs nicht hinreichend ſey, die beobachtete Temperaturerhöhung hervorzubringen. Allein wie kann man darüber gewiſs werden? und bleiben nicht, ehe dieſes erwieſen iſt, eben deshalb die Verſuche unvollſtändig und zweifelhaft?

Wollte man das Gefäſs mit Waſſer umgeben, damit dieſes den Seiten des Gefäſses den ihnen zugeleiteten Wärmeſtoff entzöge, ſo würde dadurch doch nur ein Theil deſſelben abgeleitet werden, der wahrſcheinlich nur um weniges gröſser ſeyn würde, als der Theil, der in den vorigen Verſuchen von der das Gefäſs umgebenden Luft abgeleitet wurde. Ich glaubte indeſs, dieſer Verſuch könne in gewiſſer Hinſicht belehrend ſeyn, und ſtellte ihn daher an, auf die Art, wie es in Fig. 2 abgebildet iſt.

Verſuch 3. Der beim vorigen Verſuche angewandte Apparat wurde in ein 6 Zoll weites Cylinderglas *D* geſetzt, und dieſes ſo weit voll Waſſer gegoſſen, bis das Waſſer mit dem im innern Gefäſse gleiche Höhe hatte. Ueberdies wurde ein Thermometer *E* ſo hineingehängt, daſs ſich die Kugel genau ſo weit unter der Oberfläche befand, als die Kugel des gebognen Thermometers im Gefäſse *A*. Nun hing ich die bis auf 212° erhitzte kupferne Kugel in den Apparat, in eben der Entfernung von dem Thermometer wie bei dem vorigen Verſuche. Beide Thermometer ſtanden beim Anfange des Verſuchs auf 46°.

nach		ſtand das innere Therm. *A*		das äuſsere Therm. *E*
3 Minuten	auf	$46\frac{1}{2}°$	auf	46°
5		$47\frac{1}{4}$		$46\frac{1}{2}$
10		$48\frac{1}{2}$		$47\frac{1}{4}$
15		$49\frac{1}{2}$		$48\frac{3}{4}$
20		$49\frac{1}{2}$		$48\frac{1}{4}$
30		49		48

Dieſer Verſuch beweiſt nichts mehr, als daſs ne Quantität Wärmeſtoff durch die Wände des G fäſses geleitet wird. Man könnte vielleicht gla ben, daſs aus der Vergleichung der Veränderung beider Thermometer ſich auf die Art, wie d Wände des Gefäſses den Wärmeſtoff leiten, ſchli ſsen laſſe; allein dabei kommen zu viel Umſtänd die wir weder in unſrer Macht haben noch ga überſehen können, mit in Anſchlag.

Man ſieht hieraus, daſs die vorhergehend und alle ähnlichen Verſuche nicht hinreichen, d Frage zu entſcheiden, ob die Flüſſigkeiten Wärm leiter ſind oder nicht, weil in ihnen die Wände d Gefäſses eine nicht beſtimmbare Menge Wärm ſtoff herableiten. Durch kein Mittel läſst ſich die Quelle des Irrthums verſtopfen. Alle Maaſsrege dagegen ſchwächen zugleich die Wirkung, die a der leitenden Kraft der Flüſſigkeit, wenn es ei ſolche giebt, entſtehn müſsten, und es muſs alſo u gewiſs bleiben, welchem Umſtande man die ve minderte Wirkung, die bei Anwendung jener M tel ſtatt findet, zuſchreiben ſoll. Dieſes iſt z. B. d Fall, wenn man die Thermometerkugel von de

en Wärmeſtoff mittheilenden Körper beträchtlich ntfernt, oder wenn man ſtatt des ſchmalen Cylinlers ein weites Gefäſs nimmt.

Und doch zweifle ich nicht, daſs es mir gelingen werde, alle dieſe Ungewiſsheit zu verbannen, obſchon ich ehemahls daran verzweifelte. Und das zwar durch ein ſehr einfaches Mittel: durch Anwendung eines Gefäſses von Eis, ſtatt des Glasgefäſses, in welches eine Flüſſigkeit von 32° F. Wärme gegoſſen wird. Denn Eis kann keine höhere Temperatur als 32° annehmen, und daher ein ſolches Gefäſs keinen Wärmeſtoff herableiten.

Es wird nicht überflüſſig ſeyn, zu bemerken, daſs obige Verſuche im vorigen Winter im Laufe meiner Vorleſungen angeſtellt wurden, und daſs eine kurze Nachricht davon in meinen Anfangsgründen der Chemie ſteht. Jetzt habe ich ſie zum Theil genauer angeſtellt, um ihre Unzulänglichkeit zur Beſtätigung oder Widerlegung von Graf Rumford's Meinung auſser Streit zu ſetzen.

Edinburg den 20ſten Januar 1802.

II. *Durchgang der Wärme herabwärts durch Queckſilber und durch Oehl in Gefäſsen aus Eis, woraus erhellet, daſs dieſe Flüſſigkeiten Wärmeleiter ſind.*

Bei den in der vorigen Abhandlung beſchriebnen Verſuchen, eine Flüſſigkeit dadurch von oben herab zu erwärmen, daſs man einen erhitzten Kör-

III.

VERSUCHE UND BEOBACHTUNGEN *über den Durchgang der Wärme durch Flüſſigkeiten herabwärts,*

von

JOHN MURRAY,
Lehrer der Chemie in Edinburg. *)

I. *Ungewiſsheit durch das Gefäſs bewirkt, und Methode, ihr abzuhelfen.*

Die Behauptung des Grafen Rumford, daſs Flüſſigkeiten Nichtleiter des Wärmeſtoffs ſind, iſt noch immer ſehr ſtreitig. Zwar ſtützt ſie ſich auf eine Menge von Verſuchen, die mit Scharfſinn ausgedacht und mit Geſchicklichkeit ausgeführt ſind, doch wird ſie noch immer von Vielen bezweifelt. Die Verſuche, welche ich darüber angeſtellt habe, beweiſen mir, daſs dieſe Unterſuchungen wichtigern und ſchwerer zu vermeidenden Quellen des Irrthums unterworfen ſind, als man *a priori* glauben möchte, und daſs wir noch keine Verſuche haben, die hinlänglich über Einwürfe erhaben ſind, um die ſtreitige Frage entſcheiden zu können. Die folgenden Beobachtungen werden dieſe Behauptung rechtfertigen.

*) Ausgezogen aus zwei weitläufigen Abhandlungen in Nicholſon's *Philoſophical Journal*, Vol. I, p. 165 und p. 241. *d. H.*

Wird der Wärmeſtoff der Oberfläche irgend eines feſten Körpers mitgetheilt, ſo erhöhet ſich die Temperatur der ganzen Maſſe mehr oder minder ſchnell und wird gleichförmig. Der Wärmeſtoff geht in dieſem Falle von einem Theilchen des feſten Körpers zu dem andern über, und vertheilt ſich ſo gleichförmig durch das Ganze. Wird der Wärmeſtoff einer Maſſe Flüſſigkeit mitgetheilt, ſo wächſt ebenfalls deren Temperatur gleichförmig; daher man annahm, daſs auch in dieſem Falle der Wärmeſtoff durch den flüſſigen, wie vorher durch den feſten Körper von Theilchen zu Theilchen durchgehe. Graf Rumford leugnet indeſs die Möglichkeit eines ſolchen Durchganges, und glaubt, die Veränderung der Temperatur werde in der Flüſſigkeit auf eine andere Art erzeugt.

Wird ein Theil einer Flüſſigkeit erhitzt, ſo muſs er ausgedehnt, und ſeine ſpecifiſche Schwere verringert werden, und er muſs wegen ſeiner Verſchiebbarkeit ſeinen Platz ändern. Wird daher einer Flüſſigkeit der Wärmeſtoff durch die Oberfläche eines feſten Körpers mitgetheilt, ſo muſs der Theil derſelben, der den feſten Körper unmittelbar berührt, ſobald dieſer erwärmt iſt, ein geringeres ſpecifiſches Gewicht als der übrige Theil der Flüſſigkeit annehmen. Findet die Erhitzung von unten ſtatt, ſo muſs daher der erhitzte Theil der Flüſſigkeit in die Höhe ſteigen; ſein Platz wird von einem andern Theile eingenommen, und die ganze Maſſe muſs nach und nach mit der erhitzten Oberfläche

steigt, schliefsen dürfe, die Flüssigkeit sey ein vollkommner Nichtleiter der Wärme.

Zweierlei machte es mir indefs wahrscheinlich, dafs, falls Flüssigkeiten Wärmeleiter sind, der Wärmestoff von dem erhitzten festen Körper durch eine dünne Schicht der Flüssigkeit dem Thermometer schneller werde zugeführt werden, als dafs diese inzwischen durch das Eis abgekühlt werden könnte. Erstens ist Eis ein unvollkommner Leiter, und entzieht andern Körpern daher nur langsam den Wärmestoff. Wirft man ein Stück Eis in Wasser von 40 — 50° Wärme, so vergeht eine beträchtliche Zeit, ehe das Wasser auf 32° erkältet wird. Zweitens verhält sich unter gleichen Umständen die Geschwindigkeit, mit der ein heifser Körper einem kalten Wärmestoff abtritt, wie der Unterschied zwischen den Temperaturen beider, und ist z. B. bei 100° Temperaturunterschied weit gröfser als bei 5°. Da nun in diesem Falle die Temperatur des festen erhitzten Körpers so viel höher als die des Thermometers und der Flüssigkeit ist, so mufs die Mittheilung des Wärmestoffs an die Flüssigkeit schnell vor sich gehn, indefs die erwärmte Flüssigkeit dem Eise ihren Wärmestoff, wegen des viel geringern Temperaturunterschiedes, nur sehr langsam abtritt. Ist daher die Flüssigkeit ein Wärmeleiter, so wird dieses Umstandes wegen das Thermometer allerdings steigen müssen, ungeachtet das Eis Wärmestoff verschluckt.

Ist dagegen die Flüssigkeit kein Wärmeleiter, so kann die Wärme auf keine Art durch die Flüssigkeit

zum Thermometer herabkommen. Es ſteigt dann von dem erhitzten feſten Körper ein erwärmender Strom auf, und an den Wänden des Gefäſses wieder herab, wo er ſeine erhöhte Temperatur ganz oder zum Theil verliert. Dieſer abſteigende Strom kann aber nicht tiefer heruntergehn, als wo der auffteigende Strom beginnt, und daher auf keinen Fall die Thermometerkugel erreichen.

Man ſieht daher, daſs aus allen dieſen Gründen der Verſuch in einem Eisgefäſse entſcheidend ſeyn muſs. Steigt das Thermometer, ſo iſt die Flüſſigkeit unbezweifelt ein Wärmeleiter. Steigt es nicht, ſo kann man, wenn nicht mit gleicher Gewiſsheit, doch mit der gröſsten Wahrſcheinlichkeit, ſchlieſsen, daſs ſie den Wärmeſtoff nicht leiten kann.

Ich lieſs Waſſer in einer zinnernen Form zu einem cylindriſchen Gefäſse aus Eis gefrieren, das im Lichten 3 Zoll weit und $3\frac{1}{2}$ Zoll tief, und das durchgehends $1\frac{1}{2}$ Zoll dick war. (Taf. II, Fig. 5.) Ein horizontal liegendes Thermometer *B* war in der Seitenwand ſo mit eingefroren, daſs die Thermometerkugel ſich in der Achſe des Cylinders befand, und daſs von einer hineingegoſsnen Flüſſigkeit hier nichts herausſickerte. In dieſem Gefäſse ſtellte ich nun die Verſuche auf die oft erwähnte Art an.

Zu dieſen Verſuchen iſt indeſs *Waſſer* ganz unbrauchbar, weil es die ſonderbare Eigenſchaft hat, ſich auszudehnen, wenn ſich die Temperatur von 40° bis 32° Fahr. vermindert, anſtatt ſich zuſam-

menzuziehn. Man denke ſich den Eiscylinder mit Waſſer von 32° Wärme angefüllt, und in daſſelbe einen erhitzten feſten Körper aufgehangen, ſo wird die Temperatur des mit demſelben in Berührung ſtehenden Waſſers unmittelbar 2 bis 3° erhöht, dadurch aber das Volumen deſſelben nicht vermehrt, ſondern vermindert werden, daher es ſchwerer wird und ſich nach der Thermometerkugel hinabſenken muſs. So entſteht eine abſteigende Strömung, die das Thermometer zum Steigen bringt.

Oehl und *Queckſilber* zeigen dieſe Erſcheinung nicht. Crawford und de Lüc haben bewieſen, daſs bei dieſen Flüſſigkeiten mit Verminderung der Temperatur auch das Volumen gleichförmig abnimmt, oder daſs ſie ſich wenigſtens bei der Temperatur, welche zur Anſtellung der Verſuche dieſer Art erfordert wird, hinreichend regelmäſsig zuſammenziehn. Schon ihre Anwendung zu Thermometern ſpricht hierfür hinreichend. Ich ſtellte daher die folgenden Verſuche mit dieſen Flüſſigkeiten an.

Verſuch 1. Es wurde in das Eisgefäſs *Mandelöhl* gegoſſen, ſo daſs es die Thermometerkugel $\frac{1}{4}$ Zoll hoch bedeckte, und darüber eine kleine cylindriſche eiſerne Schale *C*, die 2 Unzen Waſſer faſste, ſo aufgehangen, daſs ihr flacher Boden die Oberfläche des Oehls berührte. Ich zog ſie einer maſſiven Kugel vor, weil ſie das Oehl in einer gröſsern Fläche berührte, und weil an ihr die Tiefe, bis zu welcher ſie eingetaucht war, ſich genauer beſtimmen lieſs. Beim Anfange des Verſuchs ſtand

das Thermometer auf 32°. Ich goſs die Schale voll kochenden Waſſers, und nun ſtieg das Thermometer in 1½ Minute auf 32¾°, in 3 Minuten auf 34½°, in 5 Minuten auf 36½°, in 7 Minuten auf 37½°. Hier blieb es ſtehen; es war folglich in 7 Minuten um 5½° Fahr. geſtiegen. Die Temperatur des Waſſers in der Schale war in dieſer Zeit bis 96° geſunken. Nachdem das Thermometer 6 Minuten auf 37½° geſtanden hatte, fing es an zu fallen, um etwa 1° in anderthalb Minuten, bis es wieder auf 32° ſtand. Am Ende des Verſuchs zeigte ſich, daſs während deſſelben der obere Theil der Wände des Cylinders theilweiſe war ausgehöhlt worden, am meiſten an der Oberfläche des Oehls; weniger, tiefer herab, etwas indeſs ſelbſt unter dem Niveau der Thermometerkugel; ein Beweis, daſs die Flüſſigkeit bis zu dieſer Tiefe herunter erwärmt war. Das Oehl bedeckte das Thermometer noch immer ¼ Zoll hoch.

Darauf goſs ich ſo viel Oehl in das Gefäſs, daſs das Thermometer ½ Zoll hoch davon bedeckt wurde, und wiederhohlte den Verſuch wie zuvor. Jetzt ſtieg das Thermometer in 3 Minuten von 32° auf 32¼, in 6 Minuten auf 32¾, in 8 Minuten auf 33, in 12 Minut. auf 34, in 15 Min auf 34½°, und hier ſtand es ſtill. Es war alſo in 15 Minut. 2½° geſtiegen, und fiel ſo langſam wie beim erſten Verſuche.

Bei einer dritten Wiederhohlung dieſes Verſuchs wurde das Thermometer ¾ Zoll mit Oehl bedeckt, und nun ſtieg es in derſelben Zeit nur 1½°.

in 4 Minuten auf 33½°, in 5 Minuten auf 33½°, blieb dann ſtehen, und nach 6 Minuten fing es an zu fallen. Das Queckſilber in dem Gefäſse war nicht ganz um ½ Zoll geſunken, und das Thermometer blieb daher am Ende des Verſuchs noch mit ½ Zoll Queckſilber bedeckt.

Bei einer dritten Wiederhohlung des Verſuchs, wobei die Thermometerkugel mit 1 Zoll Queckſilber bedeckt war, betrug die Temperaturerhöhung ½°.

Jeder dieſer Verſuche wurde wiederhohlt mit möglichſter Genauigkeit angeſtellt, wobei mich mehrere Freunde unterſtützten. Sie ſtimmten genau zuſammen, und die oben angegebnen Zahlen ſind im Mittel aus allen Wiederhohlungen genommen. Dabei wurden jedes Mahl einzelne Umſtände abgeändert, z. B. der Eiscylinder wurde ſo weit gemacht, daſs ein kleines Thermometer ganz und gar horizontal hineingebracht und mit Oehl bedeckt werden konnte; oder es wurde ſtatt der Schale eine maſſive Kupferkugel in der Flüſſigkeit aufgehangen u. ſ. f.; und doch blieben die Reſultate dieſelben. Man muſs in dieſen Verſuchen darauf ſehen, daſs das Eis, woraus das Gefäſs beſteht, durchaus dicht gefroren iſt, damit es die Flüſſigkeit aufnehmen kann, ohne etwas hindurchſintern zu laſſen. Bei dem Verſuche mit Queckſilber lieſs ich den Eiscylinder in der äuſsern zinnernen Form ſtehn, um ihm Stärke genug zu geben, das Queckſilber ohne Gefahr zu halten. Dies konnte in dem Verſuche keinen Unterſchied machen; auch waren, wenn

ich

ich den Zinncylinder wegliefs, die Reſultate dieſelben.

In allen Verſuchen fand zuverläſſig eine Temperaturerhöhung im Thermometer ſtatt, eine gröſsere oder geringere, je nachdem ſich eine höhere Lage von Flüſſigkeit zwiſchen demſelben und dem erhitzten Körper befand. Nach der Natur dieſes Verſuches ſelbſt liefs ſich kein beträchtliches Steigen erwarten, da die erwärmte Flüſſigkeit ihren Wärmeſtoff ſchnell an den Eiscylinder abtreten muſste, der ſie umſchloſs, woraus es ſich auch erklärt, warum das Thermometer ſchon zu einem feſten Stande kam, und ſelbſt zu fallen anfing, wenn der darüber aufgehangene erwärmte Körper noch eine beträchtlich hohe Temperatur hatte. Die Flüſſigkeit nimmt nämlich den Wärmeſtoff weit langſamer in ſich auf, als das Eis ihn einſaugt.

Dieſes Steigen läſst ſich, wie mir däucht, unmöglich einem andern Grunde, als *der Eigenſchaft der Flüſſigkeiten, den Wärmeſtoff zu leiten*, zuſchreiben. Von jeder andern Urſach, die man annehmen möchte, läſst ſich die Nichtexiſtenz beweiſen.

Erſtens iſt es klar, daſs die Wände des Gefäſses der Flüſſigkeit, die mit der Thermometerkugel in Berührung war und eine Temperatur von 32° F. hatte, keinen Wärmeſtoff abtreten konnten. Eis kann zwar, wie andere feſte Körper, Wärmeſtoff leiten, wenn die Temperatur unter dem Frierpunkte iſt; aber da es ſelbſt nicht mit einer Wärme über 32° beſteht, ſo kann es auch keiner Flüſſigkeit

Wärmeſtoff über dieſen Punkt hinaus zuführen, und daher auch in obigen Verſuchen zum Steigen des Thermometers über dieſen Punkt hinaus nichts beigetragen haben.

Zweitens wurde der Verſuch ſo angeſtellt, daſs alle Bewegung, welche einen Theil der unmittelbar erwärmten Flüſſigkeit hätte der Thermometerkugel zuführen können, ſorgfältig vermieden wurde. Daſs eine ſolche nicht ſtatt gefunden habe, beweiſet überdies das regelmäſsige, und bei einigen Verſuchen das langſame Steigen des Thermometers.

Drittens konnten die Strömungen, welche in der Flüſſigkeit durch die Berührung mit dem erhitzten Körper entſtanden, den Wärmeſtoff nicht abwärts leiten. Denn geſetzt, die Flüſſigkeiten ſind Nichtleiter der Wärme, ſo konnten ſie durch einen erhitzten Körper, der an ihrer Oberfläche blieb, keine Temperaturerhöhung leiden, da auch die Wände des Gefäſses durchaus keine Temperaturerhöhung durch Mittheilung des Wärmeſtoffs hervorzubringen vermögen. Selbſt wenn der erhitzte Körper bis zu einiger Tiefe in die Flüſſigkeit eingetaucht wird, können nur von den Seiten und der untern Fläche deſſelben Strömungen entſtehn, und die Flüſſigkeit unter dieſer Ebene kann daher nicht erwärmt werden.

Viertens habe ich gezeigt, daſs das Steigen des Thermometers nicht davon hergeleitet werden kann, daſs etwa die unmittelbar von dem feſten

Körper erwärmten Theile dadurch bis zur Thermometerkugel herabkämen, dafs bei Erweiterung des Gefäfses durch das Schmelzen des Eifes die Höhe der Oehl- oder Queckfilberfäule abnimmt. In dem Verfuche mit Oehl findet dieſes gar nicht ſtatt, da vermöge des erzeugten Waſſers das Oehl in derſelben Höhe bleibt, und dieſe Abnahme iſt ſelbſt in den Verſuchen mit Queckſilber nicht ſo beträchtlich, als ſie hätte ſeyn müſſen, um die an der Oberfläche erwärmten Theile mit dem Thermometer in Berührung zu bringen; dies lehrten wirkliche Meſſungen und die Erſcheinungen bei den Verſuchen ſelbſt.

Endlich kann auch der Wärmeſtoff, der die Thermometerkugel erreichte, nicht durch Strahlung zu ihr verbreitet worden ſeyn. Der Wärmeſtoff verbreitet ſich durch durchſichtige Flüſſigkeiten nicht auf dieſe Weiſe, und dafs er undurchſichtige, wie Queckſilber, auf dieſe Art durchdringen könnte, läſst ſich gar nicht einmahl annehmen, wie ſogleich in die Augen fällt. Dafs der Wärmeſtoff ſich auch durch durchſichtige Flüſſigkeiten nicht ſtrahlend verbreitet, iſt durch die Verſuche des Grafen Rumford hinlänglich bewieſen. Daſſelbe beweiſt der folgende Verſuch, den ich mit dem obigen Apparate angeſtellt habe. Das Thermometer in dem Eiscylinder wurde $\frac{1}{4}$ Zoll hoch mit Oehl bedeckt, und nahe über der Oehlfläche die Schale ſo aufgehangen, dafs der Boden derſelben die Oehlfläche ſelbſt nicht berührte. Als kochendes Waſſer hin-

eingegoſſen wurde, ſtieg das Thermometer in 5 M
nüten und darüber kaum um einen Grad, ſtatt da
es in Verſuch 1, als die mit warmen Waſſer gefü
te Schale die Oehlfläche ſelbſt berührte, unter v
lig gleichen Umſtänden in 7 Minuten um 5½ G
ſtieg. Verbreitete ſich der Wärmeſtoff durch d
Flüſſigkeit durch Strahlung, ſo hätte die angeführ
Abänderung des Verſuchs das Reſultat nicht ände
können. Die Mittheilung der Temperatur vermi
telſt des *Leitungsvermögens* der Flüſſigkeiten, m
durch Berührung der Flüſſigkeit mit dem erwär
ten Körper erhöht und erleichtert werden. D
Mittheilung der Wärme vermöge der *Strahlung* b
darf dagegen eines ſolchen Hülfsmittels nicht, u
kann dadurch nicht befördert werden. Dieſer Ver
ſuch beweiſt daher deutlich, daſs der Wärmeſto
ſelbſt durchſichtige Flüſſigkeiten nicht durchſtrahlt.
Die geringe Temperaturerhöhung, welche ſtatt
fand, iſt dem Wärmeſtoffe zuzuſchreiben, der theils
durch Strahlung, theils durch Mittheilung durch
die Luft an die Oberfläche des Oehls kam, und
von da dem Thermometer von der Flüſſigkeit zuge-
leitet wurde. Dieſes wird dadurch beſtätigt, daſs
ſelbſt das Queckſilber, wenn damit der Verſuch auf
gleiche Weiſe angeſtellt wurde, eine geringe Tem-
peraturerhöhung anzeigte. Wurde die Schale mit
heiſsem Waſſer über dem Queckſilber, welches die
Thermometerkugel $\frac{1}{4}$ Zoll bedeckte, ſo aufgehan-
gen, daſs ſie es nicht berührte, ſo ſtieg das Ther-
mometer einen Grad.

Hiernach folgt aus allen unſern Verſuchen der Schluſs, daſs die beobachtete Temperaturerhöhung aus der Eigenſchaft der Flüſſigkeit, *den Wärmeſtoff zu leiten*, zu erklären iſt. Denn eine andre Urſach läſst ſich dafür nicht annehmen. Zwar habe ich mit keinen andern Flüſſigkeiten, als mit Oehl und Queckſilber, Verſuche angeſtellt, weil es ſchwer war, eine Flüſſigkeit von hinlänglich verſchiedener Natur von dieſen zu finden, die das Eis hätte halten können. Iſt es indeſs bewieſen, daſs Oehl und Queckſilber Wärmeleiter ſind, ſo wird es höchſt wahrſcheinlich, daſs die übrigen Flüſſigkeiten dieſelben Eigenſchaften beſitzen. Queckſilber iſt dieſen Verſuchen zu Folge wahrſcheinlich ein beſſerer Wärmeleiter als Oehl, weil das Thermometer darin weit ſchneller ſtieg, als in dem Oehle.*) Daſs

*) Dieſes beſtätigen einige Verſuche, welche Nicholſon in Geſellſchaft mit mehrern Phyſikern über die ſtreitige Frage, ob Flüſſigkeiten Wärmeleiter ſind oder nicht, hauptſächlich in der Abſicht anſtellte, um auszumachen, ob auch nicht das Gefäſs die Wärme in Flüſſigkeiten herableite. Das Gefäſs war ein Cylinder aus Mahagonyholz und wurde ganz mit der zu unterſuchenden Flüſſigkeit gefüllt. Darauf paſste eine Stahlplatte, die bei jedem Verſuche genau mit der Oberfläche der Flüſſigkeit in Berührung gebracht wurde, und ſo groſs war, daſs ſie die ganze Oberfläche bedeckte. Von ihr ging ein Arm aus, der bis über eine daneben ſtehende Lampe reichte, und auf die Stahlplatte wurde ein Zinngefäſs mit Waſſer geſetzt. Die Lam-

die Temperaturerhöhung nicht beträchtlicher wa
als im Oehle, ſcheint ſeinen Grund theils in de
gröſsern Mobilität der Queckſilbertheilchen zu ha
ben, vermöge deren ſie ſich geſchwinder zu dem B

pe erhitzte die Platte ſo, daſs das Waſſer im oberi
Gefäſse in ſtetem Kochen blieb, wodurch die Pla
te ſelbſt beſtändig bei einer Wärme von 212° F. e
halten wurde. Durch den Boden des Mahagony
gefäſses gingen zwei umgekehrt hängende Ther
mometer, deren eines ſich in der Achſe, das an
dere 0,2 Zoll von der innern Wand des Holzcyli
ders befand und deren Kugeln ¼ Zoll vom Bode
abſtanden. Das Gefäſs ſelbſt war im Lichten 3,5 Zo
weit und 2 Zoll tief. Als das Mahagonygefäſs mi
Queckſilber gefüllt war, ſtieg das Thermometer i
der Achſe um 20°, (von 77° bis 98°,) in 7 Minu
ten. Als es mit *Baumöhl* gefüllt war, erfolgte die
ſelbe Wirkung erſt binnen 34 Minuten, erfordert
alſo beinahe eine fünffache Zeit. Der Verſuch mi
Baumöhl wurde auf dieſelbe Art in einem Glascy
linder angeſtellt, und ein Beobachter gab währen
deſſelben auf die Bewegung der kleinen undurch
ſichtigen Theilchen im Oehle Acht. Währen
30 Minuten, als das Kochen im obern Gefäſse
fortgeſetzt wurde, war *kein* Strömen im Oehle
wahrzunehmen. Ueber Waſſer kochte das Waſſe
im obern Gefäſse ſehr heftig, über Queckſilber nu
mäſsig, über dem Baumöhle mit viel Geräuſch un
Stöſsen. Dieſes waren die merkwürdigſten Reſu
tate der Verſuche, die man in Nicholſon
Journal, Vol. 5, p. 197, (*Aug.* 1801,) findet.

d. H.

ſe hin und wieder zurück bewegen, theils in dem höhern Grade des Wärmeleitungsvermögens des Queckſilbers, vermöge deſſen es den Wärmeſtoff der umgebenden Eisfläche ſchneller als das Oehl abtritt, womit der Umſtand zuſammenſtimmt, daſs die Wände des Eiscylinders in dem Verſuche mit Queckſilber tiefer, als in dem Verſuche mit Oehl, ausgehöhlt wurden.

Edinburg den 27ſten Febr. 1802.

IV.

Ueber die Kraft der Flüſſigkeiten, Wärme zu leiten, in Beziehung auf des Grafen Rumford *ſiebenten Eſſay.*

von

John Dalton,

in Mancheſter. *)

— — — Da Graf Rumford die Mittheilung der Wärme im Waſſer von Theilchen zu Theilchen leugnet, ſo müſste nach ihm, wenn warmes und kaltes Waſſer zuſammengegoſſen wird, beides nicht zu einer gemeinſchaftlichen Temperatur gelangen, und wärmeres Waſſer, das über Waſſer von 42½° F. Temp. gegoſſen würde, ſeine Wärme nicht durch dieſes nach unten fortpflanzen können, auſser wenn man beide Antheile Waſſer durch Schütteln oder andre Bewegung unter einander mengte, und

*) Zuſammengezogen aus einer der Societät zu Mancheſter am 12ten April 1799 vorgelegten und in den *Memoirs of the Society of Mancheſter*, Vol. V, P. 2, p. 373 f., abgedruckten Abhandlung. Dalton theilt in ihr zuerſt einige Verſuche über den Wärmegrad mit, bei welchem Waſſer die gröſste Dichtigkeit hat. Er ſetzt ihn auf 42,5° F., ſtatt daſs Graf Rumford ihn nach de Lüc bei 40° F. annimmt. Dieſe Verſuche verſpare ich für das nächſte Stück, und liefere hier die übrigen in einem vollſtändigen Auszuge. *d. H.*

ſelbſt dann müſste bei wieder hergeſtellter Ruhe das wärmere Waſſer nach oben ſteigen, und das kalte von $42\frac{1}{2}°$ Temp. ſich zu Boden ſetzen. Dieſes widerſpricht indeſs der gemeinen Meinung ſo ſehr, daſs es ſich nicht ohne Prüfung annehmen läſst, und da Graf Rumford uns darüber keinen Verſuch geliefert hat, ſo ſchien es mir vorzüglich nöthig, dieſen Umſtand näher zu beleuchten.

Verſuch 1. Ein 5 Zoll hoher und $3\frac{1}{2}$ Zoll weiter gläſerner Becher wurde zur Hälfte mit Waſſer von $51°$ F., und dann vollends durch Hülfe eines kleinen Hebers mit Waſſer von $88°$ F. gefüllt, nachdem zuvor ein Thermometer hineingebracht war, das bis auf den Boden reichte. Durch ein anderes Thermometer, deſſen Kugel vorſichtig eingetaucht wurde, fand ſich die Temperatur an der Oberfläche und in der Mitte, und zwar wie folgt:

Zeit - - - - - -	o ;	5′ ;	12′ ;	18′ ;	30′ ;	40′ ;	60′
Temperatur							
an der Oberfläche	88° ;	85° ;	83° ;	80° ;	76° ;	73° ;	69°
in der Mitte - -			75° ;	72°			
am Boden - - -	51° ;	54° ;	56° ;	56° ;	60° ;	61° ;	61°

Die Temperatur der Luft war $50°$.

Verſuch 2. Dieſer Verſuch wurde wiederhohlt, nur mit dem Unterſchiede, daſs ich das warme Waſſer aus dem Heber auf die Mitte einer Holzſcheibe ſtrömen lieſs, die auf der Oberfläche des kalten Waſſers ſchwamm, um alle Strömung nach unten zu vermeiden.

Zeit - - - o ; 10′ ; 30′ ; 60′ ; 80′ ; 90′ ; 18
Temperat.
a. d. Obfl. 116° ; 105° ; 85° ; 75° ; 70° ; 67° ; 5
am Boden 56°+; $56\frac{1}{4}$° ; $57\frac{1}{2}$° ; $58\frac{1}{3}$° ; 59°–; $58\frac{1}{2}$° ; 5
Die Temperatur des kalten Waſſers war 56°,
die der Luft 55°.

Verſuch 3. Ich nahm ein Bierglas von ko
ſcher Form, $2\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer und 3 Z
tief, füllte es mit Waſſer, das im Zimmer geſt
den, und alſo ungefähr die Temperatur deſſelb
angenommen hatte, ſetzte ein Thermometer hi
ein, ſo daſs die Kugel auf dem Boden ſtand,
Scale aber auſserhalb des Waſſers war, und tauch
darauf die rothglühende Spitze eines Schüreis
einen halben Zoll tief in das Waſſer. Nach $\frac{1}{2}$ Min
te zog ich es heraus; ein empfindliches Thermom
ter, deſſen Kugel ich dann ſogleich $\frac{1}{4}$ Zoll t
in das Waſſer brachte, ſtieg in wenig Sekund
auf 180°.

Zeit - - - - - -	o ;	5′ ;	20′ ;	60′
Temperatur				
an der Oberfläche	180° ;	100° ;	70° ;	55°
in der Mitte - -		60° ;	60°	
am Boden - - -	47° ;	$47\frac{1}{2}$° ;	49° ;	52°

Dieſe Verſuche zeigen alle offenbar, daſs das Waſſer ein eignes, von innerer Bewegung unabhängiges Vermögen, Wärme zu leiten, hat. Man wird dagegen nicht einwenden, daſs eine geringe Bewegung, die im Anfange jedes Verſuchs im Waſſer unvermeidlich war, eine ganze Stunde lang ſo bedeutende Wirkungen nach oben habe hervorbringen

können. Indeſs ſuchte ich auch dieſen Einwand durch Verſuche zu widerlegen.

Verſuch 4. Das Glas, deſſen ich mich bei dem erſten Verſuche bedient hatte, wurde zur Hälfte mit Regenwaſſer, das ſtark mit Lackmuſs gefärbt war, und dann vollends wie in Verſuch 2 mit reinem warmen Waſſer gefüllt. Die obere Hälfte war dadurch höchſt wenig gefärbt worden, ſo daſs dieſes ſich kaum wahrnehmen liefs, und blieb ſo eine Stunde lang; nur zuletzt färbte ſie ſich etwas ſtärker, durch die Bewegung des Thermometers, deſſen Kugel bald in die Mitte, bald wieder nach oben gebracht wurde.

Zeit - -	o ;	7′ ;	17′;	27′ ;	37′;	47′ ;	57′ ;	77′
Temper.								
a. d. Obfl.	105°;	97° ;	86°;	79° ;	75°;	70° ;	66° ;	60°
in d. Mitte					68°;	66° ;	62° ;	59°
am Boden	44°;	47°+;	48°;	49°+;	50°;	50°+;	51½°;	51½°

Die Temperatur der Luft war 45°.

Verſuch 5. Eine 16 Zoll lange und faſt 1 Zoll weite Glasröhre wurde zur Hälfte mit einer gefärbten und warmen Kochſalzauflöſung gefüllt, ein kleines Thermometer hineingeſetzt, und dann die Röhre vorſichtig mit reinem kalten Waſſer voll gegoſſen. Die Farbe verbreitete ſich nur in geringer Höhe nach oben, und blieb nach dem Füllen in unveränderlicher Höhe ſtehen; ein Beweis, daſs die warme Auflöſung von gröſserm ſpecifiſchen Gewichte, als das kalte Waſſer war.

Zeit - 0 ; 5′ ; 10′ ; 21′ ; 31′ ; 45′ ; 58′ ; 91′ ; 210′ ;
Temperatur an der
Oberfl. 45° ; 53° ; 53° ; 52° ; 51° ; 50½° ; 50° ; 49° ; 47° ;
a. Bod. 85° ; 79° ; 74° ; 69° ; 66° ; 64° ; 61° ; 56½° ; 51° ;
Temperatur der Luft 45°.

Folgenden Verſuch ſtellte ich an, um zu ſ
ob, wenn heiſses und kaltes Waſſer plötzlich
ſammengegoſſen und unter einander gerührt w
de, das heiſse Waſſer an die Oberfläche auffli
würde oder nicht.

Verſuch 6. Die Luft im Zimmer hatte e
Temperatur von 50°. Etwa ½ Pinte Waſſer v
130° Wärme wurde in ein kaltes Glas gegoſſen, u
mittelbar nachher eben ſo viel Waſſer von 50° W
me, und nun alles eine halbe Minute mit eine
Holzſtabe umgerührt. Das hineingetauchte Th
mometer ſtand nun an der Oberfläche, wie am B
den, gleichmäſsig auf 85°. Das Glas wurde an e
nen ruhigen Ort hingeſtellt, und es fand ſich nach

	15′	30′	45′	60′
die Temperatur				
an der Oberfläche	77¼°	73°	68°	64,8°
am Boden - - -	77°	72⅔°	67⅔°	64,6°

Hätten die wärmern Waſſertheilchen nicht
ſchon während des Umrührens den kältern ihre
Wärme gleichmäſsig mitgetheilt, ſo würden ſie ha-
ben nothwendig nach oben ſteigen, und eine be-
trächtliche Temperaturverſchiedenheit an der Ober-
fläche und am Boden bewirken müſſen. Daſs dieſes
nicht geſchah, iſt ein überzeugender Beweis, daſs
das Waſſer in der That ein Leitungsvermögen für

Wärme beſitzt. Aus allen dieſen Verſuchen erhellet aber zugleich, daſs das Waſſer ein *ſchlechter Wärmeleiter* iſt, ſo wie es auch ein ſchlechter Electricitätsleiter iſt. Das Herabſteigen der Wärme im zweiten Verſuche iſt bewundernswürdig langſam; eine geringe Bewegung während einer Sekunde wirkt zur Wiederherſtellung des Gleichgewichts der Wärme eben ſo viel, als ein ſtundenlanges ruhiges Stehen. Wenn Verſuch 3 in einem Weinglaſe wiederhohlt wurde, fand ſich nicht ſelten zwiſchen dem oben und dem $\frac{1}{2}$ Zoll tiefer ſtehenden Waſſer ein Temperaturunterſchied von 50°.

Iſt es einmahl bewieſen, daſs Waſſer die Wärme leitet und von Theilchen zu Theilchen ſich mittheilt, ſo iſt es kaum nöthig, daſſelbe noch für andre Flüſſigkeiten darzuthun. Die beiden folgenden Verſuche zeigen indeſs, daſs dies beim *Queckſilber* der Fall iſt, und daſs Waſſer und Queckſilber ſich wechſelſeitig Wärme mittheilen.

Verſuch 7. Ich goſs in eine Glasröhre, die 1 Zoll weit war, 1 $\frac{3}{4}$ Zoll hoch Queckſilber, und ſtellte die Kugel eines Thermometers auf den Boden der Röhre. Darüber füllte ich, mittelſt eines Hebers, 2 $\frac{1}{4}$ Zoll hoch warmes Waſſer und lieſs alles in Ruhe ſtehn.

Zeit - - -	0 ;	3′ ;	6′ ;	11′ ;	14′ ;	19′ ;	27′
Temperat. d. Queckſilb.	56° ;	70° ;	73° ;	75° ;	74½° ;	73° ;	71°
des Waſſers	122° ;	118° ;	110° ;	100° ;	92° ;	87° ;	78°

Verſuch 8. In ein $2\frac{1}{2}$ Zoll weites Glas wur 1 Zoll hoch Queckſilber gegoſſen und bis auf 1 1 erwärmt, und darauf 1 Zoll Waſſer von 50° da über gegoſſen.

Zeit - - - -	0 ;	4′ ;	8′ ;	10′
Temperatur				
des Queckſilbers	110° ;	74° ;	71° ;	$70\frac{1}{2}$°
des Waſſers - -	50° ;	70° ;	$70\frac{1}{2}$° ;	70°

Da Waſſer ein ſo ſchlechter Wärmeleiter iſt, war ich nicht wenig begierig, zu erfahren, wie *E* die Wärme leite. Dazu diente folgender Verſuch den ich am 9ten Febr. 1799 anſtellte.

Verſuch 9. Ich formte mit Hülfe eines heiſse Eiſens aus einer *Eismaſſe* ein cylindriſches Stück 3 Zoll im Durchmeſſer und $5\frac{1}{2}$ Zoll hoch. Es wa völlig rein und klar und wog 17 Unzen. An den einen Ende deſſelben machte ich ein kleines runde Loch, 1 Zoll tief, und ſo weit, daſs ſich eine Ther mometerkugel darein einſchlieſsen lieſs. Das ande re Ende des Eiscylinders wurde in ein mit Schn und Salz gefülltes Becken, $\frac{1}{2}$ bis $1\frac{1}{2}$ Zoll tief, geſetz Die Temperatur der Luft war 37°. Während de erſten $1\frac{3}{4}$ Stunden wurde die Temperatur der Froſt miſchung immer unter 10° erhalten, und war in Mittel 7°. Das Thermometer im Eiſe ſtand lan ge unbeweglich, und fing erſt geraume Zeit nac Anfang des Verſuchs an, allmählig bis auf $37\frac{1}{2}$°, d.i um $\frac{1}{2}$°, zu ſinken. Späterhin neigte ſich das Stüc Eis auf eine Seite; faſt die Hälfte der Oberfläch

tauchte sich unter die kältende Flüssigkeit, und die eingeschlossne Thermometerkugel blieb nur 1 Zoll von ihr entfernt. In dieser Lage war der Stand der Thermometer, die Zeit vom Anfange des Versuchs an gerechnet, folgender:

nach - - - - - - -	1 St. 50′	2 St. 20′	2 St. 50′
Thermometer { in d. kält. Flüss.	14°	19°	22°
Thermometer { im Eise - -	28°	28°	das

Eis mit dem Thermometer sank unter die kältende Flüssigkeit, und nun wog die Eisscheibe nur noch 12½ Unze. Das übrige war geschmolzen.

Dieser Versuch beweist, wie ich glaube, auf eine entscheidende Art, dass Eis ein noch *schlechterer* Wärmeleiter als Wasser ist, worüber man sich übrigens nicht verwundern darf, da Eis in niedrigen Temperaturen auch ein völliger Nichtleiter der Electricität, oder idioelectrisch wird.

Dass, wenn eine kalte und eine warme Flüssigkeit mit einander in Berührung gesetzt werden, die mittlere Temperatur durch hin und her bewegen so schnell, in völliger Ruhe aber so gar langsam wieder hergestellt wird, ist zwar gewiss sehr merkwürdig, lässt sich aber doch mit den bekannten Gesetzen der Wärme vereinigen. Im erstern Falle werden die warmen und kalten Theilchen einzeln mit einander in Berührung gebracht; im letztern Falle dagegen befinden sich die Theilchen über einander in Schichten, deren Temperatur nur durch un-

merkliche Stufen allmählig zunimmt, und be
ſen unmerklichen Unterſchieden kann ihr Leit
vermögen nur ſehr geringe ſeyn. Dieſe Bet
tung veranlaſste die beiden folgenden Verſuche

Verſuch 10. Ein Queckſilberthermometer
ſen Kugel $\frac{4}{10}$ Zoll im Durchmeſſer hielt, und da
unterhalb der Scale hing, wurde in einer Licht
me bis auf 600° erhitzt, dann auf einen Tiſch
legt, ſo daſs die Kugel über den Rand des Ti
hinausragte, und nun der Stand deſſelben all
nuten beobachtet. Die Temperatur der Lu
Zimmer war 52°. Folgendes iſt das Mittel aus
Verſuchen, die auf das beſte mit einander übe
ſtimmten:

Zeit	Temp.	Zeit	Temp.	Zeit	Temp.
0	600°	11′	95°	22′	59°
1½′	450	12	88	23	58
2	350	13	81	24	57
3	280	14	77	25	56
4	229	15	73	26	55
5	195	16	69+	27	54
6	168	17	68	28	53+
7	145	18½	66	29	53
8	128	19	64	30	53
9	115	20	62	31	53
10	104	21	60	32	52+
				33	52
Luft im Zimmer					52

Verſuch 11. Ein anderes Thermometer m
ner gleichen Kugel, deſſen Grade aber weit kl
waren, wurde auf eine ähnliche Art bis auf 85
hitzt und nun beobachtet.

Zeit	Temper.	Zeit	Temper.	Zeit	Temper.
0	85°	11	58¼°	22′	55,6°
½	79½	12	58	23	55,4
2	75	13	57¼	24	55,3
3	71 +	14	57	25	55,25
4	68½	15	56,6	26	55,2 —
5	66⅓	16	56,3	27	55,1 +
6	64½	17	56¼	28	55,1 —
7	63	18	56	29	55 +
8	61½	19	55,9	30	55
9	60	20	55,7 +		
10	59	21	55,6 +		

Bei dieſen Verſuchen können wir das Queckſilber und die Luft als einander mittelbar berührende Flüſſigkeiten von verſchiedenen Temperaturen anſehn, und der letztere zeigt, daſs das Thermometer der Luft 40 mahl mehr Wärme in ½ Minute mittheilt, wenn es die Temperatur der Luft um 30° übertrifft, als wenn es ſie nur um 1° übertrifft.

Wenden wir uns nun zu des Grafen Rumford eignen Verſuchen, ſo fällt es bald in die Augen, daſs aus ſeiner Hypotheſe die von ihm wahrgenommnen Phänomene ſich durchaus nicht erklären laſſen. Denn wenn heiſses Waſſer auf Eis gegoſſen wird, ſo müſste, ihr gemäſs, ſobald ſo viel Eis geſchmolzen iſt, daſs die Eisſcheibe mit einer Waſſerſchicht von 32° F. bedeckt wäre, alles fernere Schmelzen des Eiſes aufhören, weil das über 55° warme Waſſer ſpecifiſch leichter als 32° war-

nes Waſſer iſt, und daher nicht mehr zu dem Ei hinabſinken könnte. Aber gerade das Gegenthe findet ſtatt, und dieſes läſst ſich aus den bisherige Grundſätzen erklären.

Verſuch 10 und 11 ſcheinen nämlich anzuzei gen, daſs die Wärmemenge, welche ein wärmere Körper während einer kleinen gegebnen Zeit dem abkühlenden Mittel hergiebt, dem Ueberſchuſſe der Temperatur deſſelben über die des abkühlende Mittels nahe proportional iſt. Hiernach müſste wenn heiſses Waſſer, vermöge des Leitungsvermö gens von darunter befindlichem Waſſer von 32° Wärme, auf Eis wirkt, dieſe Wirkung der Tempe ratur des warmen Waſſers über 32° nahe propor tional ſeyn. Indeſs wirken dabei andre Urſachen mit, deren Einfluſs ſich nicht theoretiſch, ſonder nur aus der Beobachtung ſelbſt beſtimmen läſst. A jeden Fall müſste die Wirkung *am gröſsten* ſey wenn das Waſſer ungefähr 42½° warm iſt. Der dann hat Waſſer die gröſste Dichtigkeit, und iſt ſp ciſiſch ſchwerer als das vom Eiſe geſchmolzne Waſſe von 32° Wärme, daher denn den Theilchen ni ein Beſtreben *herabwärts* fehlen kann, um an di Stelle des aufſteigenden leichtern Waſſers von 32° zu treten. Ueberſteigt die Temperatur des Waſſers 42½°, ſo iſt die Wirkung der innern Bewegung der Theilchen geringer, und nimmt nach einem nicht bekannten Verhältniſſe ab. So viel ſich aus Gra Rumford's Verſuchen ſchlieſsen läſst, ſo iſt di vereinte Wirkung aus beiden Urſachen, (der inner

Bewegung und der Wärmeleitung,) bei Waſſer von 42° und 190° Wärme nahe dieſelbe. Nehmen wir dieſes als richtig an, ſo läſst ſich folgende Tabelle für die Wirkungen dieſer beiden Urſachen von 10 zu 10 Grad aufſtellen. Die Zahlen, welche die Wirkung des *eignen Leitungsvermögens* des Waſſers ausdrücken, ſind aus Verſuch 10 abgeleitet, und daher nicht bloſs Hypotheſe. Die, welche die zweite Wirkung darſtellen, ſind, bis auf die Zahlen für 42° und 190°, nur hypothetiſch, weil jenes Geſetz der Abnahme noch unbekannt iſt. Es wird angenommen, daſs über eine Eisſcheibe, die auf dem Boden eines cylindriſchen Glaſes befeſtigt iſt, eine gegebne Menge Waſſer von der Temperatur, wie ſie in der Tafel ſteht, behutſam gegoſſen werde, und ſo, ohne geführt zu werden, eine beſtimmte Zeit, z. B. ½ Stunde lang, ſtehn bleibe. Die Tabelle giebt dann die verhältniſsmäſsige Menge des durch die erſte und des durch die zweite Urſach geſchmolznen Eiſes, und die Summe von beidem.

Temperatur des Waſſers.	Menge des geſchmolznen Eiſes durch d. Leitungsvermög. des Waſſers.	durch d. inn. Bew. der Waſſertheilchen.	Summe.
32°	0	0	0
42	2	36	38
52	3	35	38
62	6	31	37
72	9	25	34
82	11	19	30
92	12	16	28
102	14	14	28

Temperatur des Waſſers.	Menge des geſchmolznen Eiſes durch d. Leitungsvermög. des Waſſers.	durch d. inn. Bew. der Waſſertheilchen.	Summe.
112°	17	12	29
122	19	10	29
132	21	8	29
142	23	7	30
152	25	6	31
162	27	5	32
172	30	4	34
182	33	3	36
192	35	3	38
202	38	3	41
212	40	3	43

Dieſe Tabelle ſelbſt läſst ſich zwar nicht für genau ausgeben; gegen die Grundſätze aber, nach denen ſie berechnet iſt, läſst ſich, ſo viel ich einſehe, nichts einwenden. Daſs die Wirkung wegen des Leitungsvermögens des Waſſers bei 32° o ſey, und in höhern Temperaturen ziemlich nach dem Verhältniſſe der Temperatur wachſe, läſst ſich, glaube ich, nicht beſtreiten. Eben ſo wenig, daſs die Wirkung durch die innere Bewegung der Theilchen bei 32° von o anfangen, bis $42\frac{1}{2}$° ſteigen, und dann wieder abnehmen müſſe. *)

Die folgende Tabelle enthält eine kurze Ueberſicht der am meiſten weſentlichen Abänderungen der Rumfordſchen Verſuche und deren Reſultate.

*) Daſs es mit dieſer innern Bewegung der Theilchen ganz eine andre Bewandtniſs habe, als Graf Rumford lehrt und auf ſeine Autorität der Ver-

er-ich	Temper. des Waſſers, das über d. Eiſe ſtand, zu Anfang.	zu Ende.	im Mittel.	Das Waſſer im Glaſe war umgeben von	Menge des in 30′ geſchmolz. Eiſes in Grän.
32	41°	40°	41,5°	Luft von 41° T.	617
35	189	180	184,5	erw. baumw. Hülle	747
38	41	43	42	Luft von 61° T.	676
39	180	157	171,5	Luft von 61° T.	559
45	188	64	128	Eis u. Waſſer v. 32°	406
51	61	49	55	Eis u. Waſſer v. 32°	660
53	61	60	60,5	Luft von 61°	642

Warum in Verſuchen der Art, wie Verſuch 45, weniger Eis als in Verſuch 39 ſchmolz, ſucht Graf Rumford ſich daraus zu erklären, daſs die umgebende Froſtmiſchung herabgehende Strömungen bewirkt, und die vom Eiſe aufſteigenden dadurch geändert habe. Allein in Verſuch 51, verglichen mit Verſuch 53, war der Erfolg gerade der entgegengeſetzte; dieſen übergeht er mit Stillſchweigen. Ohne Zweifel findet ſich in beiden Fällen der wahre Erklärungsgrund in der Columne der *mittlern Temperatur* des Waſſers, und nicht in der Umgebung, die mir keinen Einfluſs auf den Verſuch zu haben ſcheint, als bloſs in ſo fern ſie die Temperatur des Waſſers vermindert. Den *gröſsten* Effect ſcheint altes Waſſer bei einer Temperatur von 48° bis 50°,

faſſer dieſes und ſo auch der des vorigen Aufſatzes annehmen, hat Thomſon auf eine ſehr genügende Art in dem zweiten Aufſatze des gegenwärtigen Stücks, den Dalton und Murray noch nicht kennen konnten, dargethan. *d. H.*

und wärmeres Waſſer den *geringſten* Effect be
ner Wärme von 100° bis 120° zu haben; un
nachdem in einem Verſuche die mittlere Tem
ratur von dieſen Gränzpunkten abſteht, iſt der
fect verſchieden, mögen im übrigen die Umſtä
ſeyn, wie ſie wollen.

Und ſo hätten wir denn für dieſe ſehr arti
und intereſſanten Verſuche eine andre Erklär
als der ſinnreiche Urheber derſelben für ſie gege
hat. Es kömmt nun auf den Leſer an, für we
von beiden er ſich erklären will.

V.

BEMERKUNGEN

über das von HUYGHENS zuerſt vorgeſchlagene doppelte Barometer,

von

GE. GOTTFR. SCHMIDT,
Prof. der Phyſik und Math. in Gieſſen.

Die Einrichtung des Werkzeuges darf ich hier als bekannt vorausſetzen. Meine Abſicht geht blos dahin, durch die folgenden Bemerkungen zu zeigen, daſs das Huyghenſche doppelte Barometer, wenn es nach richtigen Grundſätzen und in der gehörigen Vollkommenheit verfertigt worden iſt, unter den nicht-transportabeln Barometern, ſowohl wegen ſeiner Empfindlichkeit als Genauigkeit, vor allen übrigen den Vorzug verdiene.

Die Einwürfe, welche man gegen dieſes Barometer gemacht hat, beſtehen kürzlich in folgenden:

1. Man bezweifelte die Empfindlichkeit deſſelben, wegen der Reibung, die das Queckſilber, und noch mehr der darüber gegoſſene Liquor, in den engen Röhren erleide.

2. Man glaubte, wegen der Adhäſion der Flüſſigkeit an die Glaswand ſtehe das doppelte Barometer bei ſchnellem Fallen, (das iſt, Steigen des gewöhnlichen Barometers,) tiefer, als es ſolle.

3. Vermöge der Verdünftung des Liquors wä
de mit der Zeit die Angabe des doppelten Baro
ters unrichtig.

4. Endlich ſey die Einwirkung der Wärme
das Werkzeug ſo verwickelt, daſs ſie ſich nic
wohl in Anſchlag bringen laſſe, und dies mac
den Gebrauch des doppelten Barometers unſicher

Der letzte Einwurf ſchien mir immer der erhe
lichſte zu ſeyn, und hielt mich, ich bekenne
lange ab, meine Aufmerkſamkeit dem doppelt
Barometer zu widmen. Erſt kürzlich überzeug
ich mich durch die Theorie und Erfahrung, da
dieſer Einwurf völlig grundlos ſey, indem man de
doppelten Barometer leicht eine ſolche Einrichtun
geben kann daſs aller Einfluſs der Wärme auf daſ
ſelbe ſich völlig aufhebt und wegfällt; ein Vorzug
den, ſo viel ich weiſs, bisher kein anderes Baro
meter hat. Das Nachſtehende wird dieſe Behaup
tung rechtfertigen.

Theorie des doppelten Barometers.

Es bezeichne, (ſiehe Fig. 6, Taf. II,)

$m^2 : 1$ das Verhältniſs der Querſchnitte der Cylinder A und B zur Röhre DE,

$n^2 : 1$ das Verhältniſs der Querſchnitte der Cylinder zur Röhre b,

$p : q$ das Verhältniſs der ſpecifiſchen Gewichte von Queckſilber und Spiritus bei der Eiskälte,

$p' : q'$ daſſelbe Verhältniſs bei t° Temperatur, und

e die Ausdehnung des Queckſ., E d. Spiritus für t°.

Ferner ſey die Queckſilberſäule $CA - CB = b$;

die Länge der Röhre von C bis an den Cylinder $A = L$, bis an den Cylinder $B = l$;

die Höhe des Queckſilbers im obern Cylinder $= A$, im untern Cylinder $= B$;

ſo iſt die geſammte Queckſilberſäule von C bis A, als Cylinder betrachtet, $= A + \frac{L}{n^2}$;

eben ſo die Queckſilberſäule von C bis B, als Cylinder geleſen, $= B + \frac{l}{n^2}$.

Die Höhe der Spiritusſäule DB heiſse $= D$; $DE = y$; beide zuſammen als Cylinder geleſen $= D + \frac{y}{m^2}$;

β ſey der Barometerſtand bei der Eiskälte;

$d\beta$ die Veränderung deſſelben;

dy die zugehörige Veränderung im Stande der Spiritusſäule;

db die Veränderung in der Queckſilberſäule AB.

A. Man ſucht *erſtens*, bei *ungeänderter Wärme*, die zu $d\beta$ gehörige Aenderung dy. Nun iſt $d\beta = db + dy \cdot \frac{q}{p}$, und $m^2 \cdot \frac{1}{2} db = dy$, oder $db = \frac{2\,dy}{m^2}$; folglich $d\beta = \frac{2}{m^2} dy + \frac{q}{p} dy$ und

$$\frac{d\beta}{\frac{2}{m^2} + \frac{q}{p}} = dy \quad \text{(I.)}$$

$$\left(\frac{2}{m^2} + \frac{q}{p}\right) dy = d\beta \quad \text{(II.)}$$

Nach der Gleichung I. läſst ſich leicht die *Scale des doppelten Barometers* aus der Scale des einfachen verzeichnen, wenn die Verhältniſſe $1 : m^2$ und $p : q$

bekannt ſind. Ferner folgt aus der Gleichung, daſs wenn die beiden Verhältniſſe $1 : m^2$ und $p : q$ unveränderlich bleiben, dy ſich wie $d\beta$ verhalte, ſo lich die Scale des doppelten Barometers gleich Theile bekomme. Die Werthe von dy werden für einerlei $d\beta$ deſto gröſser, je kleiner $\frac{2}{m^2} + \frac{q}{p}$ iſt. Setzt man $\frac{2}{m^2} = 0$ oder $m^2 = \infty$, ſo wird $dy = \frac{p}{q} d\beta$, ein Gröſstes für einerlei $\frac{p}{q}$, und wächſt mit dieſem Verhältniſſe gleichförmig.

Dies iſt *ein* Grund, warum man den Querſchnitt der Cylinder gegen den Querſchnitt der Spiritusröhre ſehr groſs wählen ſoll; ein anderer wird ſich weiter unten ergeben. Setzt man das Verhältniſs $p : q$ (wie es wegen der ungleichförmigen Ausdehnung vom Queckſilber und Spiritus wirklich iſt) *veränderlich*, und dabei $m^2 : 1$, nach der obigen Bedingung, ſehr groſs, ſo ändert ſich dy mit $p : q$ gleichförmig, woraus eine mit der Temperatur veränderliche Scale des doppelten Barometers folgte. Um zu zeigen, welcher Fehler aus der Vernachläſſigung dieſes Umſtandes entſtehen könne, diene Folgendes:

Nach meinen Verſuchen verhielt ſich das ſpecifiſche Gewicht des Queckſilbers zum ſpecifiſchen Gewichte eines mit Orſeille gefärbten Weingeiſtes bei $+ 15°$ R $= 15 : 1$. Die Ausdehnung des Queckſilbers für $10°$ Aenderung in der Temperatur betrug ſehr nahe $= 0{,}0012$, die Ausdehnung des Spiritus $= 0{,}008$. Bei beiden iſt die Ausdehnung des Gla-

ſes nicht in Anſchlag gebracht worden, weil ſie auf die folgende Betrachtung keinen Einfluſs hat.

Für ± 10° Temperaturänderung hat man daher die Veränderung des Verhältniſſes von $\frac{p}{q}$ $= \frac{1002}{1008}\frac{p}{q} = \frac{p'}{q'} = 0{,}994\,\frac{p}{q}$. Regulirt man daher ein doppeltes Barometer bei 15° R und berechnet ſeine Scale für die Temperatur, ſo beträgt der gröſste Fehler, der aus dem veränderlichen Verhältniſſe $p : q$ entſpringt, für Beobachtungen, welche man zwiſchen + 5° und + 25° R anſtellt, 0,006 von der Barometerveränderung. Setzt man die gröſste Veränderung des ſtill hängenden Barometers in unſern Gegenden = 1,5 Zoll, ſo erhält man 0,009 Zoll; ein für die gewöhnlichen Beobachtungen unbedeutender Fehler.

Es lieſse ſich derſelbe ganz vermeiden, wenn man ſtatt des Weingeiſtes eine ſolche Flüſſigkeit wählte, welche in den Temperaturen von 0° — 20° R ganz oder wenigſtens ſehr nahe dieſelbe Ausdehnung als das Queckſilber hätte. Miſchungen von Waſſer und Weingeiſt möchten hierzu ſchicklich ſeyn, weil in den niedrigern Temperaturen jenes eine kleinere, dieſer eine gröſsere Ausdehnung als das Queckſilber hat.

B. Man ſucht *zweitens*, bei *ungeändertem Barometerſtande*, die zu einer Temperaturänderung von $t°$ gehörige Aenderung im Stande der Spiritusſäule $= dy$.

Man denke sich vorerst über der Queckfilb- fläche bei B den Spiritus hinweg, und suche die Ae- derung, welche durch die Wärme in der Quec- filbersäule $AB = b$ hervorgebracht wird; sie i $= eb = \frac{p - p'}{p'} b$, weil durch die Ausdehnung d Queckfilber in dem Verhältnisse von $p : p'$ lei- ter wird.

Die Aenderungen, welche hierdurch in de Stande der Queckfilberspiegel bei B und A entste- hen, findet man folgendermafsen: die Ausdehnun der Queckfilbersäule CA, als Cylinder betrachte ist $= e\left(A + \frac{L}{n^2}\right)$; die Ausdehnung der Queckfil- bersäule CB, ebenfalls als Cylinder betrachte $= e\left(B + \frac{l}{n^2}\right)$. Schreibt man dafür eh und ek so ist die Ausdehnung der Queckfilbersäule $AB =$ $eh - ek = e(h - k)$. Da diese Gröfse, nach der Einrichtung des Werkzeuges, stets kleiner ist als eb, so bleibt noch eine Aenderung $eb - e(h - k)$ übrig, welche durch die Verschiebung der ganzen Queckfilbersäule ACB hervorgebracht werden mufs. Vermöge derselben sinken und steigen die Queck- filberspiegel bei B und A gleichviel, nämlich um $e\left(\frac{b - h + k}{2}\right)$. Folglich beträgt die gesammte Ae- derung des Queckfilberspiegels

in $B = e\left(\frac{b - h + k}{2}\right) - ek = e\left(\frac{b - h - k}{2}\right)$

in $A = e\left(\frac{b - h + k}{2}\right) + eh = e\left(\frac{b + h + k}{2}\right)$

Die erstere Aenderung heifse $= dx$. Die Aus- dehnung des Spiritus beträgt $E\left(D + \frac{\gamma}{m^2}\right)$ und man

ſetze ſie $= dz$. Wäre $dz = dx$, ſo würde $dy = 0$ ſeyn, und der Spiritus in der Röhre würde ſeinen Stand, vermöge des Einfluſſes der Wärme, gar nicht verändern. Der Fall iſt aber nicht leicht denkbar, vielmehr beträgt nach der gewöhnlichen Einrichtung des doppelten Barometers das Sinken des Queckſilberſpiegels in B mehr, als die Ausdehnung des Spiritus, oder $dz < dx$, und $dx - dz$ druckt das Sinken der Spiritusfläche im Cylinder, folglich $(dx - dz)\, m^2$ das Sinken in der Röhre $= du$, $(dx - dz)\, m^2 . \frac{q'}{p'}$ die davon herrührende Aenderung im Drucke $= d\beta'$ aus. Sie veranlaſst durch den Gegendruck des Queckſilbers wieder ein Steigen im Spiritus, welches $= dv$ heiſsen ſoll, und man hat nach I

$$dv = \frac{d\beta'}{\frac{2}{m^2} + \frac{q'}{p'}} = \frac{(dx - dz)\, m^2 . \frac{q'}{p'}}{\frac{2}{m^2} + \frac{q'}{p'}}$$

Folglich endlich *die wirkliche Aenderung im Stande des Spiritus*, oder

$$\text{II. } dy = du - dv = (dx - dz)\, m^2 - \frac{(dx - dz)\, m^2 . \frac{p'}{q'}}{\frac{2}{m^2} + \frac{q'}{p'}}$$

Wäre dy oder $du - dv = 0$, ſo würden ſich die Aenderungen wegen der Ausdehnungen durch die Wärme einander völlig corrigiren. Dies findet Statt, wenn $\frac{2}{m^2} = \frac{1}{\infty}$ oder $m^2 = \infty$ iſt.

Hieraus ergiebt ſich alſo der *zweite* Grund, warum man den Querſchnitt des untern Cylinders ge-

gen den Querſchnitt der Röhre, worin ſich der Spiritus bewegt, ſehr groſs wählen ſoll.

C. *Wollte man den obern Cylinder weglaſſen*, ſo erhielte man, (die vorigen Bezeichnungen beibehalten, und die Veränderung der Queckſilberſäule bei B Fig. 2 $= dB$, bei $A = \frac{n^2}{m^2} dB$ geſetzt,) folgende Gleichungen:

$$d\beta = db + \frac{q}{p} dy$$

$$db = dB + \frac{n^2}{m^2} dB = \frac{m^2 + n^2}{m^2} dB$$

$$dy = m^2 . \frac{n^2}{m^2} dB = n^2 dB$$

$$dB = \frac{dy}{n^2}$$

$$db = \frac{dy}{n^2} . \frac{m^2 + n^2}{m^2}$$

$$d\beta = \frac{m^2 + n^2}{m^2 . n^2} dy + \frac{q}{p} dy$$

$$dy = \frac{d\beta}{\frac{m^2 + n^2}{m^2 n^2} + \frac{q}{p}}$$

Für das *Maximum*, $= \frac{d\beta}{\frac{q}{p}}$, erhält man n^2 ſowohl als m^2 jedes für ſich $= \infty$. Folglich ſetze man $m^2 = n^2 = \infty$, welches wieder auf zwei Cylinder von gleicher Weite führt, deren Querſchnitt gegen den Querſchnitt der Spiritusröhre ſehr groſs ſeyn muſs.

Hieraus erhellet, wie man dem Einwurfe 4, (S. 200,) begegnen, und zugleich dem doppelten Barometer einen weſentlichen Vorzug vor den übrigen Barometern geben könne.

Auf 1 erwiedere ich kurz: die Erfahrung beweiſt gerade das Gegentheil. Denn wenn das doppelte Barometer, ſowohl im Sinken als im Steigen, einem vollkommnen Heberbarometer regelmäſsig voreilt, und nur alsdann mit ihm übereinſtimmt, wenn der Barometerſtand eine Zeit lang unveränderlich bleibt, ſo kann man jenes Barometer doch wohl nicht unempfindlich ſchelten!

Auch der zweite Einwurf iſt ſehr unbedeutend, wenn man nur keine zähe klebrige und bloſs mechaniſch gefärbte Flüſſigkeit auf das Queckſilber leſst. Eine Auflöſung von Orſeille in gutem Weineiſte iſt der Abſicht ſo vollkommen entſprechend, laſs bei den ſchnelleſten Veränderungen des Barometers die Röhre über der Oberfläche des Spiritus nicht gefärbt, ſondern nur mit einem unmerklich feinen Thau bekleidet erſcheint, der die Oberfläche der Flüſſigkeit um kein 0,1 Linie, d. i., in der Scale des gewöhnlichen Barometers ausgedruckt, noch kein 0,01‴ erheben würde.

Der dritte, von dem Verdünſten des Liquors, gegen das doppelte Barometer her genommne Einwurf iſt zwar allerdings in der Natur der Sache gegründet, allein keineswegs ſo erheblich, als er anfangs ſcheint. Denn das Verdünſten iſt in einer ſo engen Röhre, als man für den Liquor über dem Queckſilber bei dem doppelten Barometer zu wählen pflegt, die höchſtens $\frac{1}{2}$ Linie im Durchmeſſer hat, bei einer temperirten Wärme ſo unbedeutend, laſs die Höhe der Säule binnen Jahr und Tag kaum

um einige Linien abnehmen wird. Wir wollen indeſs annehmen, ſie vermindere ſich um einen ganzen Zoll, ſo entſteht doch daraus ein kaum merklicher Fehler in der Angabe des doppelten Barometers. Träte die Verminderung plötzlich ein, ſo würde eben dadurch der Druck auf die Oberfläche des Queckſilbers geringer, und durch deſſen Uebergewicht die Oberfläche der Spiritusſäule wieder in die Höhe gehoben. Blofs der Unterſchied zwiſchen jenem Steigen und dieſem Sinken, auf die Scale des gemeinen Barometers reducirt, iſt der durch das Verdünſten in der Angabe des doppelten Barometers entſtandne Fehler.

Bei dem Werkzeuge, das ich unten näher beſchreiben werde, verhält ſich das ſpecifiſche Gewicht des Queckſilbers zum Spiritus wie 15 : 1, und $12\frac{1}{2}$ Zoll Bewegung entſprechen 1 Zoll an der Scale des gemeinen Barometers. Wenn ſich die Höhe der Spiritusſäule durch das Verdünſten um 1 Zoll vermindert, ſo wird der Druck um $\frac{1}{15}$'' Queckſilberſäule geringer, folglich der Spiritus um $\frac{12\frac{1}{2}}{15}$ Zoll wieder gehoben. Die eigentliche Veränderung in dem Stande der Säule beträgt alſo nur $\frac{2\frac{1}{2}}{15}$ Zoll, welches, in der Scale des gemeinen Barometers ausgedruckt, $= \frac{2\frac{1}{2}}{15 \cdot 12\frac{1}{2}}$ Zoll $=$ 0,16 Linien iſt. Hat man daher ein doppeltes Barometer nur einmahl recht genau nach einem guten gewöhnlichen Barometer regulirt, ſo wird es gewiſs ſehr lange dauern, bevor zwiſchen beiden durch das Verdünſten des Spiri-

Spiritus eine Disharmonie entſteht. Und, was iſt es endlich für eine groſse Mühe, wenn man nach Jahr und Tag einmahl wieder etwas Spiritus zugieſsen, und die Reguliruug aufs neue vornehmen muſs? Müſſen ja auch die gewöhnlichen Barometer von Zeit zu Zeit gereinigt und wieder ausgekocht werden, wenn ſie in der gehörigen Vollkommenheit bleiben ſollen!

Eine kleine Unbequemlichkeit der doppelten Barometer darf ich indeſſen nicht verſchweigen. Man darf die Werkzeuge ſo wenig, als möglich, bewegen, damit nicht durch ſtarke Oſcillationen der Spiritus und das Queckſilber in dem untern Cylinder ſo mit einander vermiſcht werden, daſs wohl gar etwas Feuchtigkeit in den horizontalen Theil der Röhre kömmt, welcher die beiden Schenkel mit einand verbindet, indem ſonſt zu befürchten iſt, daſs ſich die Feuchtigkeit durch das Queckſilber in den obern leeren Raum begebe, wodurch das Werkzeug, wegen der entſtehenden Dämpfe, völlig unbrauchbar werden würde. Eben daher muſs auf das Auskochen der Queckſilberſäule alle Sorgfalt verwendet werden, damit weder Luft noch Feuchtigkeit zurückbleibe, die, wegen der groſsen Empfindlichkeit der Werkzeuge, hier einen ſchädlichern Einfluſs, als ſelbſt bei den gewöhnlichen Barometern äuſsern würden. Am ſicherſten iſt es, das doppelte Barometer, wenn der Spiritus aufgegoſſen und der Stand deſſelben regulirt iſt, ruhig an Ort und Stelle hängen zu laſſen. Doch gilt dies bloſs

von der bisher gewöhnlichen Einrichtung des doppelten Barometers, denn es liefse sich wohl eine solche Abänderung treffen, wodurch das Werkzeug transportabler würde.

Prüfung des doppelten Barometers durch Beobachtungen.

Herr Ciarcy hat mir nach den vorstehenden Grundsätzen ein doppeltes Barometer verfertigt, das ich als ein vorzügliches Werkzeug schätze. Die beiden Cylinder haben $\frac{1}{2}$ pariser Zoll im Durchmesser, und sind, so wie die Röhre, worin sich der Spiritus bewegt, vollkommen calibrirt. Durch vorgängiges Füllen und Abwiegen mit Queckfilber fand sich das Verhältnifs der Querschnitte von den Cylindern zur Röhre = 191 : 1. Das specifische Gewicht des mit Orseille gefärbten Weingeistes war bei einer Temperatur von 15° R. = 0,907, und das specifische Gewicht des Queckfilbers = 13,5. Nach diesen Datis berechnete ich vermittelst der Formel I, (S. 201,) die Scale des doppelten Barometers, und fand, dafs 2 Zoll Bewegung am gemeinen Barometer hier 24,96 Zoll ausmachten. Hiernach wurde die Scale des doppelten Barometers so eingetheilt und beschrieben, dafs die Theile, ohne weitere Reduction, den Zollen, Linien, Zehnteln und Hunderttheilen von Linien an der Scale des gewöhnlichen Barometers entsprechen.

Die Regulirung des doppelten Barometers wurde am 3ten März 1803 bei einem Barometerstande

= 27″ 0,5‴ und + 15° R. nach einem guten Heberbarometer vorgenommen, an welchem man mittelst eines Verniers Zehntheile von Linien lesen konnte. Die beiden Barometer blieben neben einander hängen. Die folgenden Beobachtungen werden nicht nur die gröfsere Empfindlichkeit, sondern auch die Uebereinstimmung des doppelten Barometers mit dem Heberbarometer beweisen. Die Stände des Heberbarometers sind sämmtlich auf + 15° R. reducirt, die des doppelten Barometers aber nach den Beobachtungen hingeschrieben worden.

März	Heber-barometer.	Doppeltes Barometer.	Thermometer.	Differenz der Barometer.	
4ten 7U. Mrg.	27″ 4,27‴	27″ 4,70‴	13,8°	+ 0,43‴	Doppeltes Barom. im Steigen.
9U. —	27 4,86	27 5,30	14,0	+ 0,44	
2U. Ab.	27 6,46	27 6,56	14,0	+ 0,10	
7U. —	27 6,73	27 7,62	14,5	+ 0,89	
8U. —	27 7,23	27 7,80	16,2	+ 0,57	
9U. —	27 7,67	27 8,10	15,5	+ 0,43	
5ten 6U. Mrg.	27 8,63	27 9,00	14,5	+ 0,37	
7U. M.	27 8,83	27 9,10	14,5	+ 0,27	
10U. —	27 9,40	27 9,70	15,0	+ 0,30	
5U. Ab.	27 10,32	27 10,44	13°,0	+ 0,12	
6ten 7U. M.	27 10,44	27 11,00	11°,0	+ 0,56	
9U. —	27 10,62	27 10,90	13°,0	+ 0,27	Doppeltes Barom. im Fall.
12U. —	27 10,32	27 10,25	13°,0	— 0,07	
7ten 9U. —	27 7,83	27 7,60	12°,0	— 0,23	
1U. Ab.	27 7,88	27 7,64	12°,0	— 0,24	

Die Beobachtungen wurden bald darauf durch eine Reise und andere Verhinderungen unterbrochen.

April	Heber-barometer.	Doppeltes Barometer.	Thermometer.	Di Bar
28ſten 7U. M.	27″ 4,22‴	27″ 4,18‴	13°	—
9U.—	27 4,23	27 4,25	14°	+
11U.—	27 4,62	27 5,00	13°	+
12U.—	27 5,02	27 5,40	13°	+
2U Ab.	27 5,52	27 5,72	13°	+
3½U.—	27 5,72	27 6,12	12°	+

Um mich durch die Erfahrung zu überz
ob ſolche Veränderungen in der Temperatu
ſie in einem Wohnzimmer vorkommen, kein
fluſs auf das doppelte Barometer hätten, l
ich das Werkzeug am 7ten Mai von ſein
wöhnlichen Orte dicht an den geheizten Ofe
Folgende zeigt hier den Gang des doppelte
meters:

Dopp. Barom.	Therm.	
27.7.64	12°	in der Entfernung vom
27.7.80	18°	dicht beim Ofen.
27.7.75	18½°	
27.7.70	19°	
27.7.66	19½°	

Den letzten Stand behielten beide Wer
unveränderlich. Hieraus folgt, daſs von
Veränderungen in der Temperatur das dopp
rometer nicht afficirt wird, ſobald nur alle
deſſelben gleichförmig von der Wärme dur
gen ſind. Wählte man ein gröſseres Ver
zwiſchen den Cylindern und der Röhre, ſo
man deſto ſicherer ſeyn, daſs noch gröſse

derungen in der Temperatur keinen Einfluſs auf das Werkzeug hätten.

Die Empfindlichkeit des doppelten Barometers iſt nach meinen Beobachtungen ſo groſs, daſs jeder einzelne mäſsig heftige Windſtoſs eine Oſcillation von einigen Hunderttheilen einer Linie in dem Stande deſſelben veranlaſst. Ich halte dieſes Barometer daher vorzüglich geeignet, die Gröſse der atmoſphäriſchen Ebbe und Fluth in unſern Gegenden auszumitteln. Hiervon ein anderes Mahl ein Mehreres.

VI.

Einfluſs des Schalls auf den Barometerſtand, beobachtet

von

Sir Henry Englefield, Bart., F. R. S.*)

Während meines Aufenthalts zu Brüſſel in den Jahren 1773 und 1774 kam ich auf die Idee, ob nicht der Schall, ſofern er auf elaſtiſchen Vibrationen beruht, die in der Atmoſphäre durch die Stöſſe eines tönenden Körpers bewirkt werden, Einfluſs auf den Stand des Barometers haben ſollte, und glücklicher Weiſe fand ich alle Mittel vor, um darüber einen entſcheidenden Verſuch anzuſtellen.

Das Tönen einer ſehr groſsen Glocke ſchien mir von allen Arten eines mächtigen Schalls die ſicherſte und bequemſte zu dieſen Verſuchen zu ſeyn. Bei Artillerieſalven wird Luft und Dampf entbunden; und ſollten ſich dabei Veränderungen im Barometerſtande zeigen, ſo würde man ſie mit mehrerm Rechte dieſem Umſtande, als dem Knalle zuſchreiben. Die groſse Glocke der Hauptkirche zu St. Gudula in Brüſſel wog, wie man mir verſicherte, 16000 Pfund; und da ſie an allen hohen Feſt-

*) Zuſammengezogen aus den *Journals of the Royal Inſtitution*, No. 9. d. H.

tägen geläutet wurde, ſo wählte ich ſie zu meinen Verſuchen.

Die Glocke hängt in einem Rahmen von Zimmerwerk, das für ſich auf einem ſtarken Gewölbe ruht, mit dem die Mauern des Thurms nicht zuſammenhängen. Schon deshalb iſt es nicht wahrſcheinlich, daſs beim Läuten der Glocke das ganze Gebäude in eine Zitterung verſetzt, und dadurch das Barometer geſtört worden ſey. Eher lieſse ſich denken, daſs das ſchnelle Hin- und Herſchwingen einer ſo groſsen Maſſe die ganze Luft in Bewegung geſetzt, und dadurch im Barometerſtande Vibrationen hervorgebracht habe, die nichts mit dem Schalle zu thun hatten. Allein auch dieſes Bedenken wurde durch die Art, wie man bei dem Läuten verfuhr, gänzlich gehoben.

Da die Glocke, wenn unten das Zeichen gegeben wurde, ſogleich mit vollem Läuten ertönen ollte, war es nöthig, ſie ſchon eine Zeit lang orher in Bewegung zu ſetzen. Dabei wurde der löppel an der einen Seite der Glocke durch einen arken Stab gepreſst, welcher quer durch die ſündung der Glocke ging und bei dem gegebenen eichen von einem Menſchen, der zu dem Ende da ınd, ausgehoben wurde. Aenderte daher das Bameter während dieſer Zeit ſeinen Stand nicht, ndern erſt wenn das Läuten begann, ſo konnte h vollkommen ſicher ſeyn, daſs die nun beobhtete Bewegung des Queckſilbers lediglich vom halle der Glocke herrühre.

Herr Pigott, der sich damahls in Brüssel aufhielt, hatte die Güte, mir eins seiner Barometer, welches Ramsden gemacht hatte, anzuvertrauen, und sein Sohn stellte die folgenden Beobachtungen mit mir gemeinschaftlich an.

Am 1sten November 1773 begaben wir uns um 2 Uhr Nachmittags in den nordwestlichen Thurm der Hauptkirche zu St. Gudula, und befestigten das Barometer aufs beste in einer Fensteröffnung, die sich nicht volle 7 Fuss über dem Boden der Glocke befand. Herr Pigott bestimmte hier die Barometerhöhe, ehe die Glocke in Bewegung gesetzt wurde, auf 29,478 engl. Zoll. Als die Glocke in voller Schwingung war, doch ohne noch zu tönen, war nicht die mindeste Aenderung in diesem Barometerstande wahrzunehmen. Im Augenblicke aber, als der Klöppel gelöst war und anschlug, sprang das Queckfilber in die Höhe, und wiederhohlte diese Art von springender Bewegung bei jedem Schlage des Klöppels die ganze Zeit des Läutens über. Herr Pigott beobachtete die Höhe des Queckfilbers während des Läutens auf 29,469 engl. Zoll. Meine Beobachtungen waren folgende:

gröfste Höhe 29,480	gröfste Höhe 29,482
niedrigste . . 29,474	niedrigste . . 29,472

Diese Beobachtungen waren mit der gröfsten Aufmerksamkeit gemacht worden, und stimmen, wenn man die Schwierigkeit und die Feinheit solcher Beobachtungen bedenkt, sehr wohl zusammen. Ihnen zu Folge scheint die Wirkung dieses Schalls auf

den Barometerſtand 6 bis 10 Tauſendtheile eines Zolls betragen zu haben. Dabei muſs ich bemerken, daſs Herr Pigott durchgängig den Barometerſtand um 5 Tauſendelzoll niedriger als ich ſchätzte, welches unſre Beobachtungen einander ſehr nahe bringt. Dieſes beweiſen folgende Beſtimmungen: Stand des Barometers

oben auf d. Thurm, nach Pig.	29,424;	nach mir	29,430
am Fuſse d. Thurms	—	29,639	—	29,642
im Hofe d. engl. Geſandt.	—	29,676	—	29,682

Ich glaube, daſs die Verſchiedenheit des Sehens häufig ähnliche Variationen zwiſchen den Beobachtungen verſchiedener Phyſiker veranlaſst. Bei ſehr feinen Beobachtungen möchte es daher wohl rathſam ſeyn, dieſes zu verificiren.

Bemerkung des Dr. Thom. Young, Prof. der Phyſik an der Royal Inſtitution, und Herausgeber der Journals of the Royal Inſtit. Dieſe Beobachtungen ſtimmen unter einander zu gut, als daſs wir in ihre Genauigkeit Zweifel ſetzen dürften. Es kömmt daher darauf an, daſs wir die Urſach dieſer Unterſchiede in den Barometerſtänden nachweiſen. An ſich wäre es zwar nicht unmöglich, daſs der Schlag des Klöppels gegen die Glocke eine ſtärkere Erſchütterung im Gebäude hervorgebracht habe als die vorhergehenden klangloſen Schwingungen der Glocke; dieſe Erklärung würde indeſs ſehr ungenügend ſeyn.

So viel ist gewiss, dass im Thurme während d Tönens der Glocke weder mehr noch weniger Lu seyn konnte, als da die Glocke nicht tönte. D mittlere Dichtigkeit der Luft konnte daher nic verändert seyn. Wenn überdies die entgegeng setzten Bewegungen der Lufttheilchen, welche de Schall bilden, nach beiden einander entgegeng setzten Richtungen in gleichem Grade und mit gl cher Geschwindigkeit vor sich gegangen wären, bliebe gar kein Grund übrig, aus dem sich einseh liesse, warum die Zunahme des Luftdrucks gegen die Queckßlberfläche in einem Augenblicke di Queckßlbersäule höher hätte antreiben sollen, al in der entgegengesetzten Lage der Undulation di Abnahme des Drucks sie verkleinerte. Nehmen wi dagegen an, dass die Bewegung der Luft vorwärts schneller, aber von kürzerer Dauer, als die Bewegung zurück sey, so wird sich die Erscheinung ganz gut daraus erklären lassen. Denn wenn z. B. der Wind 1 Stunde lang mit der Geschwindigkeit 4 nach einer Richtung bläst; und dann 2 Stunden lang mit der Geschwindigkeit 2 in entgegengesetzter Richtung zurückkehrt, so wird ein beweglicher Körper, den er mit fortgetrieben hat, sich am Ende dieser Zeit nicht wieder an seiner anfänglichen Stelle befinden; die Wirkung des Windes auf ein Hinderniss ist nämlich dem Quadrate seiner Geschwindigkeit proportional, und kann deshalb durch eine noch einmahl so lange Dauer nicht compensirt werden.

Es ſcheint daher, man müſſe für die Schwingungen der Glocke bei dieſem Verſuche ein ſolches Geſetz annehmen, vermöge deſſen die Luft nach dem Barometer hinwärts ſich mit gröſserer Geſchwindigkeit, doch kürzere Zeit über, bewegen muſs, als vom Barometer abwärts, wodurch daſſelbe bewirkt wird, als wenn die mittlere Dichtigkeit der Luft vermehrt worden wäre. Ein ſolches Schwingen könnte, ungeachtet die Hauptſchwingung der Glocke regelmäſsig wäre, doch leicht durch das Mitwirken einer oder mehrerer zugleich vorhandner ſubordinirter Schwingungen (nach andern Verhältniſſen) bewirkt werden; und ähnliche Fälle mögen manchmahl bei Schwingungen von Seiten vorkommen.

Wir haben es in dieſem Falle mit einem geringen Grade von Repulſion zu thun gehabt, der durch die Undulationen eines elaſtiſchen Mittels hervorgebracht wird. Dr. Hook verſuchte auf ähnliche Art, die Phänomene der Attraction mittelſt ähnlicher Undulationen eines Aethers zu erklären, der, wie er glaubte, das Medium für die Fortpflanzung der Wärme ſey; man muſs indeſs geſtehen, daſs dieſe Meinung kaum einen Anſchein von Wahrſcheinlichkeit für ſich hat.

VII.

Ein Apparat zu Sprachmaſchinen,

von

Ez. Walker
in Lynn. *)

Daſs der Schall eines leiſen Schlags gegen das ei Ende eines langen Balkens ſich durch den Balk bis auf weit gröſsere Entfernungen fortpflanzt, a dieſer Schall durch die Luft hörbar iſt, wuſste ſch Plinius. Die folgenden Verſuche zeigen, da etwas Aehnliches ſelbſt mit artikulirten Tönen ſtatt hat, und daſs ſich darauf akuſtiſche Inſtrumente o ne Röhren gründen laſſen.

Ich befeſtigte in der engern Oeffnung eine Sprachrohrs einen 16 Fuſs langen, 1 Zoll breite und eben ſo dicken Stab aus Tannenholz, und leg te ihn horizontal auf zwei Unterlagen oder Stützen, auf deren einer das Sprachrohr, ungefähr 3 Zoll von der Mündung, und auf deren anderer das entgegengeſetzte Ende des Stabes auflag. Hier wur de ein zweites Sprachrohr, deſſen vorderer enge rer Theil in einem Bande hing, quer über den Sta horizontal gelegt, ſo daſs es unweit der Mündun auf dem Stabe auflag. Nun legte ich eine Uhr i das erſte Sprachrohr, und hielt das Ohr an di

*) Zuſammengezogen aus Nicholſon's *Journa* Vol. 4, p. 69. *d. H.*

andre in die Quere liegende. Obgleich die Uhr 7½ Fuſs entfernt war, ſo hörte ich doch die Schläge hier weit lauter, als hätte ich die Uhr nur wenige Zoll weit vom Ohre gehalten, und zwar ſchienen ſie aus dem letztern Sprachrohre zu kommen. Der Schall nahm an Stärke noch zu, wenn ich zwiſchen dieſes Sprachrohr und den Tannenſtab ein Metall legte. — Wurde die Uhr in das letztere Sprachrohr gelegt, ſo waren die Schläge derſelben auf gleiche Art im erſten Sprachrohre zu hören. Es änderte im Schalle nichts, wenn der Stab noch auf mehrere Unterlagen, und auf ihn Bücher gelegt wurden.

Ich ſetzte mich vor das eine, mein Gehülfe vor das andere Sprachrohr; und in dieſer Lage hielten wir mit einander ein Geſpräch durch Töne, die viel zu ſacht waren, als daſs ſie ſich durch die Luft in einiger Entfernung hätten wahrnehmen laſſen. Dieſe Unterhaltung machte uns ſehr viel Vergnügen. Denn wurde das Ohr in eine gewiſſe Lage gebracht, ſo klang es, als würden die Worte von einem unſichtbaren Weſen im Sprachrohre geſprochen, und zwar waren die Töne deutlicher, ſanfter und mehr muſikaliſch, als wenn ſie durch die Luft geſprochen worden wären.

Vielleicht lieſse ſich auf dieſe Art zwiſchen den Zimmern und den Domeſtikenſtuben oder den Läden eine Verbindung einrichten, um ſchnell und unvermerkt Beſtellungen zu machen.

VIII.

RESULTATE

aus Dr. Benzenberg's *Fallverſuchen auf dem St. Michaelisthurme in Hamburg.* *)

Guiglielmini hatte zu Bologna im Thurme Aſinelli bei einer Fallhöhe von 241 par. Fuſs, mit groſser Sorgfalt 16 Fallverſuche angeſtellt, die er in ſeiner kleinen Schrift, *de diurno terrae motu*, 1792 bekannt machte, und die mit ſeiner Theorie, ſowohl in der Abweichung nach Oſten, als in der

*) Ueber das Detail und die Theorie dieſer für die Lehre vom Widerſtande der Luft und der Achſenumdrehung der Erde wichtigen Verſuche, liegen bereits 12 Abhandlungen von den Herren DD. Benzenberg, Olbers, Gauſs und Brandes zum Drucke bereit, wie ich aus einem Briefe des erſtern erſehe. Sie werden nach Vollendung einer Reiſe, die Herr Dr. Benzenberg anzutreten im Begriffe iſt, zuſammen dem Drucke übergeben werden. Vorläufig hat Herr Benzenberg die Reſultate ſeiner Verſuche im *Intell.-Blatt der Allgem. Litt. Zeit.*, 1803, S. 957, bekannt gemacht; nur von daher iſt das Folgende entlehnt. *d. H.* — Die ganze Höhe des St. Michaelisthurms beträgt 402 pariſer Fuſs und einige Zoll. In allen Böden des Thurms ſind Fallthüren; werden ſie geöffnet ſo iſt die ganze Achſe des Thurms frei, bis zu

nach Süden, vollkommen übereinstimmten. *) La Place zeigte indefs, dafs ſich in Guiglielmini's Theorie ein Fehler eingeſchlichen habe, und dafs Verſuche, welche mit einer fehlerhaften Theorie ſo genau übereinſtimmten, nothwendig ſelbſt unrichtig ſeyn müſsten. Späterhin geſtand dieſes Guiglielmini ſelbſt ein; er fand den Fehler der Theorie, und dann auch den der Verſuche. Der Thurm hatte ſich während ihrer etwas gekrümmt, ohne dafs dieſes von ihm war bemerkt worden. **)

Ich habe im Jahre 1802 eine Reihe von 31 Verſuchen über die *Umdrehung der Erde* im Michaelisthurme bei einer Fallhöhe von 235 par. Fuſs angeſtellt. Die ganze Fallhöhe im Thurme liefs ſich da-

Fallhöhe von 340 Fuſs. Die Kuppel wird von 8 korinthiſchen Säulen, von 36 Fuſs Höhe, getragen, und mitten unter ihr läuft eine leichte Wendeltreppe um einen hohlen Pfeiler, durch den die Kugeln frei hindurch fallen, zur Kuppel hinauf. —

*) Vergl. *Annalen*, XI, 170. *d. H.*

**) „Von Guiglielmini," (ſchreibt mir Hr. Dr. Benzenberg in einem ſeiner Briefe,) „habe ich vor kurzem einen Brief erhalten, worin er mir die erbetnen Nachrichten über ſeine Verſuche, und die Urſach ihres Miſslingens mittheilt. Zugleich legte er 3 Exemplare ſeiner Schrift für Dr. Olbers, Obriſt von Zach und für mich bei." *d. H.*

bei nicht brauchen, weil in der Spitze ein beſtändiger Luftzug iſt, der die Kugeln in ihrem Falle ſtört. Das Mittel dieſer Verſuche ſtimmt in der Abweichung nach *Oſten* vollkommen mit der Theorie überein, ſo wie ſie Dr. Gauſs in Braunſchweig entwickelt hat.

Die Verſuche geben im Mittel 3,99 par. Lin. Abw. n. Oſten.
Die Rechnung v. Dr. Gauſs 3,95 — —

Alſo nur eine Verſchiedenheit von $\frac{1}{25}$ Linien. Dagegen geben die Verſuche die Abweichung nach *Süden* um beinahe $1\frac{1}{2}$ Linien gröſser als die Theorie. Vielleicht, daſs in der ſo ſehr verwickelten Theorie noch irgend ein Umſtand überſehn iſt, der eine gröſsere Abweichung nach Süden bewirkt; das macht mir das genaue Zuſammenſtimmen zwiſchen Theorie und Verſuchen bei der Abweichung nach Oſten wahrſcheinlich.

Bei dieſen Verſuchen über die Achſenumdrehung der Erde war es nothwendig, das *Geſetz des Widerſtandes der Luft* ſehr genau zu kennen. Dieſes war die Veranlaſſung zu einer Reihe von 400 Verſuchen über den Widerſtand der Luft bei verſchiednen Fallhöhen, von 25 bis 340 par. Fuſs, bei denen ich mich der Klindworthſchen Tertienuhr der Göttinger Sternwarte bediente. Daſs der Widerſtand der Luft *den Quadraten der Geſchwindigkei-* proportional ſey, wie Newton lehrte, war ſchon durch die von Newton ſelbſt angeſtellten Pendelverſuche, und durch die Verſuche Robins mit

geſchoſs-

geſchoſsnen Kugeln ſehr zweifelhaft geworden, *) obgleich dieſes Geſetz mit Hawksbee's und Desaguliers Verſuchen in der St. Paulskirche in London, (ſie hatten aber nur mäſsige Geſchwindigkeiten,) zuſammenſtimmte. Das Reſultat meiner Verſuche war, daſs Newton's Geſetz ſchon beträchtlich von der Erfahrung abzuweichen anfängt, ſobald die Geſchwindigkeit bis auf 100 Fuſs in einer Sekunde ſteigt, und daſs bei Fallhöhen von 321 par. Fuſs der Widerſtand auf 1½zöllige Bleikugeln gerade *noch einmahl ſo groſs* iſt, als die Theorie ihn angiebt.

Wichtiger noch wurden dieſe Verſuche dadurch, daſs ſie zeigten, welche *kleine Zeittheile* ſich mit einer Tertienuhr beſtimmen laſſen, wenn man eine

*) Robins ſtellte ſeine Verſuche nur mit Flintenkugeln an. Nach einem weit vergröſserten Maaſsſtabe wiederhohlte und erweiterte ſie in den Jahren 1775 bis 85 mit 1pfündigen Kanonenkugeln, und mit Pendeln von 300 bis 600 Pf. Gewicht, Charles Hutton zu Woolwich, und beſtimmte den Widerſtand der Luft auf eine ſolche Kanonenkugel für alle Geſchwindigkeiten von 0 bis 2000 engl. Fuſs. (*Tracts mathematical and philoſophical*, Volum. I, Lond. 1786, p. 99.) Seitdem hat er ſie ſelbſt bis auf 6pfündige Kugeln und 1800 Pfund ſchwere Pendel vergröſsert; bei ſolchen Kugeln, die ſich mit 2000 engl. Fuſs Geſchwindigkeit bewegen, beträgt der Widerſtand der Luft das 100fache ihres Gewichts. (*Transact. of the Soc. of Edinb.*, Vol. 2.) *d. H.*

grofse Menge von Verſuchen anſtellt. Mehr als einmahl wichen die Reſultate aus verſchiedenen Verſuchsreihen nicht um den 60ſten Theil einer Sekunde von einander ab. So z. B. gaben zwei Reihen, jede von 60 Beobachtungen, im Mittel, beim Stadio von 10 Fuſs, die eine 48,89, die andre 48,83 Tertien Fallzeit. Bei 24,8 par. Fuſs Fallhöhe gaben die Verſuche 77,08‴, die Rechnung 77,01‴ Fallzeit, und bei 144 par. Fuſs die Verſuche 186,95‴, die Rechnung 186,86‴ Fallzeit.

IX.

Galvaniſch-electriſche Neuigkeiten.

*Einige Proben der Arbeiten der Galvaniſchen Societät in Paris.**) Gautherot, (*Ann.*, IX, 264,) t eine Reihe von Verſuchen angeſtellt, welche beiſen ſollen, daſs die Entwickelung von Electricität ı Oberflächen proportional ſey. — Prof. Alni hat neue Entdeckungen über die Exiſtenz Galiſcher Atmoſphären und über die Contractibilität Herzens bekannt gemacht. — Dem Präſidenten Societät Nauches und ſeinen Mitarbeitern, anet und Pajô-Laforêt, iſt es geglückt, telſt zweier *homogener* Metall-Leiter die electrie Materie aus dem Gehirne und dem Rückenmareines Ochſen, unmittelbar nach der Tödtung deſen, auszuziehn, und ſie in die Schenkel eines ſches zu leiten, wo ſie Muskelcontractionen bekte.**) Dieſe Operation glückte eben ſo bei ı palpitirenden Muskeln, und lieſs ſich nicht er $\frac{1}{4}$ St. nach dem Tode erhalten. — Der Seor Lamartilliere hat die Entbindung von leim an dem einen Pole der Säule erklärt, und eigt, daſs ſie von einer chemiſchen Zerſetzung

) Aus dem *Moniteur* vom 2ten Floreal, (22ſten April.) *d. H.*

*) Eine Notiz, die ihrer Dunkelheit wegen kaum beſſer als gar keine iſt. *d. H.*

abhängt. — Parolſſe notificirte, daſs den Zweck fell unter allen Muskeln ſeine Excitabilität für Galvanismus am längſten beibehalte. — Ferner wurde die Beſchreibung einer von Alizeau erfundenen Säule mitgetheilt, in welcher angefeuchtetes Säle die Stelle feuchter Tuchſcheiben vertritt; ſie ſoll einen Monat lang wirkſam bleiben, ohne Reinigung zu bedürfen. — Die Committee für medicinische Anwendungen, (Guillotin, Dudauſon, Pariſet, Fodel u. a.,) hat Verſuche über *Aſphyxien* durch Strangulirung angeſtellt. — Die Galvanifirungen, die bei der ungünſtigen Witterung waren ausgeſetzt worden, ſollen in der *Ecole de Médecine* und im Laboratorio der Societät wieder angefangen werden.

2. *Verſuche, welche beweiſen ſollen, daſs die Geſetze des Galvanismus von denen der Electricität verſchieden ſind, von Lagrave, Mitgl. der Galv. Soc. in Paris.**) Ein am Zinkende einer Säule aus 70 Plattenpaaren befeſtigter langer Draht wurde um den *unbefeuchteten* Arm, dann zweimahl um den Leib über die Kleider weg, darauf um den Schenkel und noch einmahl um den Fuſs gewunden, und endigte ſich in einem Becken mit warmen Waſſer, worein der Fuſs geſetzt wurde. Wurde nun der Kupferpol mit der andern genäſsten Hand berührt, ſo erhielt dieſe einen lebhaften Schlag; der lange Draht bewirkte aber nicht die mindeſte Empfindung

*) *Journal de Phyſique*, t. 56, *Ventoſe*. d. H.

in den Theilen des Körpers, die er berührte. Nahm darauf Lagrave einen 2 Fuſs langen Draht in die angefeuchtete Hand, und berührte mit ihm den Kupferpol, ſo erhielt er auch am Fuſse, der im Waſſer ſtand, einen Schlag; am Arm, Körper und Schenkel fühlte er aber gar nichts. Wenn er dagegen den um dieſe Theile gewundnen Draht ſtellenweiſe mit Waſſertröpfchen befeuchtete, und nun den Kupferpol mit einem Drahte berührte, fühlte er Schläge an allen den mit Tropfen befeuchteten Stellen, aber keinen im Fuſse. — Er meint, das Waſſer reiche dem Galvaniſchen Fluidum eine ſeiner Entbindung günſtige Verwandtſchaft dar; darin liege die Erklärung dieſer Verſuche, und zugleich der Beweis der Verſchiedenheit des Galvanismus und der Electricität. Wem könnte es verdacht werden, nach ſolcher Probe, zu zweifeln, ob manche Mitglieder der Galvaniſchen Societät in Paris, Volta's Theorie der Galvaniſchen Electricität mehr als dem Namen nach kennen? Die geringe Intenſität der Galvaniſchen Electricität, die Nichtleitung der trocknen Haut, und die Schwächung der Schläge durch den Widerſtand, den ſchlechte Leiter der Entladung entgegenſtellen, (*Ann.*, XII, 519,) erklären dieſe Verſuche aus Volta's Theorie ſo leicht und genügend wie möglich. Auch das ſtimmt mit dieſer Erklärung auf das beſte überein, daſs, wenn man beide Pole mit langen Drähten verbindet, und ſie abwechſelnd den einen mit feuchter, den andern zugleich mit trockner Hand anfaſst, man

nur immer in der feuchten und nicht in der trockenen Hand einen Schlag fühlt.

3. *Galvaniſche Verſuche, welche die Exiſtenz zweier Flüſſigkeiten in der thieriſchen Oekonomie der poſitiven und einer negativen, beweiſen ſollen, wie es ſcheint, durch ihre Vereinigung die Vita bewirken, von Lagrave, Mitgl. der Galv. Soci in Paris.* Unter dieſer pomphaften Ueberſchrift findet ſich ebenfalls im *Journ. de Phyſ.*, t. 56, *Vent* Nachricht einer, (wenn ſie ſich beſtätigt,) ganz intereſſanten Entdeckung, nämlich von *einer Vo ſchen Säule aus bloſs thieriſchen Erregern*, wie man bis jetzt umſonſt durch Kunſt zu bilden geſ hatte. „Begierig," ſagt er, „den Grund der Ph mene aufzufinden, die ſich zeigen, wenn man T le der beiden Schenkel eines präparirten Froſ mit den Wirbelnerven in Berührung bringt, — verſuchte ich eine Säule aus abwechſelnden Sch ten nervöſer und muskulöſer Theile, mit Zwiſc legung feuchter Scheiben aufzubauen. Zu dem präparirte ich an einem Kadaver ſo viele Bruſt- Intercoſtalmuskeln als möglich, und ſchnitt aus il Scheiben, ſchnitt darauf eben ſo viel dünne Sche aus der Gehirnmaſſe, da ſich der Verſuch mit Nervenſträngen ſelbſt nicht anſtellen lieſs, und ſuchte aus beiden und aus Tuchſcheiben, die mit waſſer genäſst waren, eine Säule zu errichten. zu war aber die Gehirnmaſſe zu weich, und ke meiner Verſuche glückte. Ich vertauſchte nun

nehfscheiben mit Lederscheiben, und diese später in mit Filzscheiben, welche ich allen vorziehe, weil der Filz porös ist, die Feuchtigkeit besser zurückhält und einen Grad von Elasticität hat, dem Leder mangelt. — — Doch glückte es mir auch nun nicht eher, eine Säule dieser Art zu Stande zu bringen, als bis ich auf die Idee kam, für jede Schicht Filz, Fleisch und Gehirn ein Lager durch Fäden, welche an die isolirenden Glasstäbe geknüpft wurden, zu bereiten. Mit Hülfe dieser Unterlagen liefs sich die Säule aufbauen, ohne dafs die Gehirnmasse durch die Last der obern Schichtungen zerdrückt und herausgepresst wurde. Bei der 30sten Schichtung gab meine Säule indefs noch keine Wirkung, und ich vermochte nicht die geringste Spur von Galvanischem Effect wahrzunehmen, bis ich bis zur 50sten Schichtung gekommen war. Nun aber afficirte die Säule bei wiederhohlten Versuchen den Geschmack. Ich erhöhte sie noch um 10 Schichtungen, und nun war ihre Wirksamkeit unverkennbar und entscheidend. — Dieses sind meine merkwürdigen Erfahrungen.“ — Wie sie zu der Ueberschrift kommen, die Lagrave darüber setzt? Weil eine Säule blofs durch das Zusammenwirken zweier Flüssigkeiten, einer positiven und einer negativen, wirksam seyn könne.

4. *Contractibilität des Faserstoffs des Bluts durch Galvanismus.* *) Diese für die Physiologie

*) *Bulletin des Sc. de la Soc. Philom.*, No. 71. *d. H.*

höchſt wichtige Beobachtung, welche zuerſt Tour... des, und dann, ohne dieſes zu wiſſen, Circaud... in Paris gemacht hat, (*Annal.*, XIII, 236,) ver... ſichert einer der Mitarbeiter des Bulletins aus ... eigner Anſicht eines der Verſuche Circaud's, ... dem er beiwohnte, beſtätigen zu können. Nach ... ein paar miſslungnen Verſuchen gerieth der Faſer... ſtoff aus dem Blute eines Ochſen, der wenige Mi... nuten zuvor getödtet war, in der Säule in offenbare ... Contractionen. Die Zuſammenziehungen der ge... ronnenen Maſſe waren mit bloſsem Auge ſichtbar, ... und die Bewegung durchaus der, welche man in ... den Bündeln der Muskelfaſern wahrnimmt, ähn... lich. Die Contraction dauerte 60 Sekunden; dann ... hörte ſie ganz auf.

5. *Veränderung der mit Kochſalzwaſſer angefeuchteten Tuchſcheiben in der Säule, und Einwirkung der Säule auf verſchiedne thieriſche Feuchtigkeiten*, beobachtet von *Brugnatelli.**) Ich habe gefunden, daſs die im Kochſalzwaſſer getränkten Tuchſcheiben, die in der Voltaiſchen Säule zwiſchen jedem Paare Kupfer- und Zinkplatten liegen, ſich nach einiger Zeit ganz in *Seife aus Wolle* verwandeln. Der ſich oxydirende Zink zerſetzt das Kochſalz, und das dadurch frei werdende Natron greift die Wolle an und verwandelt ſie in Seife. — Bei meinen Verſuchen mit thieriſchen Feuch-

*) Aus einem Briefe an Hrn. van Mons in deſſen *Journ. de Phyſ.*, t. 4, p. 114 f. d. H.

tigkeiten, die ich bald fortzusetzen denke, setzte ich die Säule mit den Feuchtigkeiten durch zwei kleine Platinbleche in Berührung. *Ochsenblut* entfärbte sich an dem positiven Streifen und coagulirte, am negativen nahm es blofs eine schwarze Farbe an. — *Milch* coagulirte am positiven Streifen und wurde dort angenehm säuerlich; der negative Streifen bedeckte sich mit Milchzucker. Als ich diesen Versuch mit Golddrähten wiederhohlte, sah ich einmahl den geronnenen Theil schön rosenroth werden. *Sahne* verhielt sich ungefähr so als die Milch. — *Speichel* gerann am positiven Pole nur sehr wenig. — *Ochsengalle* gerann am positiven Pole ganz in der Gestalt des Stoffs, der sich aus der Galle scheidet, wenn man sie mit Säuren behandelt. In der That war auch dieses Coagulum harziger Natur. — *Harn* setzte auf dem positiven Streifen Harnstoff ab, und auf dem negativen phosphorsaures Ammoniak. — *Eiweifs* gerann am positiven Pole auf dieselbe Art, wie durch Hitze. — *Eidotter* wurde längs des positiven Streifens hart, und überzog ihn nach Art eines Handschuhs.

6. *Funken und Entzündungen durch Volta's Säule.*

„Noch habe ich," (sagt Brugnatelli eben daselbst, S. 122,) „einen Versuch angestellt, der mich immer mehr in der Meinung bestätigt, dafs das Fluidum der *ganzen* Voltaischen Säule sich *an dem einen oder dem andern Ende der Säule concentriren kann*. Ich hatte eine Säule von 160 Lagen Silber und Zink

mit Pappſcheiben, die in Salmiakwaſſer getränkt waren, aufgebaut. Sie gab ſehr ſtarke Funken, wenn beide Pole mit einander leitend verbunden wurden; ich erhielt aber auch dieſelben Funken, wenn ich drei ihrer äuſserſten Elemente *) an dem einen Ende, oder eben ſo an dem andern der Säule mit einander verband, indeſs ſich, bei Verbindung dreier oder mehrerer Elemente, aus der Mitte der Säule keine Funken erhalten lieſsen. Dieſe Bemerkung hat auch ſchon Curtet gemacht. — Nach meiner vervollſtändigten *Franklinſchen Theorie*, die ich Ihnen ein andermahl mittheilen will, entſteht der negative Zuſtand in den accumulirenden Körpern, (den ſo genannten idioelectriſchen,) dadurch, daſs die Adhärenz des Fluidums an der einen Seite in dem Grade aufgehoben wird, als man es an der andern Seite anhäuft.“

Eben daſ., p. 237, theilt ein M. Bouvier, de Jodoigne, die Bemerkung mit, daſs es ihm nicht gelinge, mit einer Zink-Silber-Säule aus 100 Lagen, deren Tuchſcheiben mit Salmiakwaſſer genäſst ſind, *Zunder* aus verbrannter Leinwand zu entzünden. Er giebt nur Funken, brennt aber nicht. Dagegen fingen *Lichtſchnuppen*, die er auf dem Ofen getrocknet hatte, ſogleich Feuer, und zündeten ein Schwefelhölzchen an, mit dem ſich das Licht anſtecken lieſs. So könne alſo, meint er, die Säule die Stelle

*) Soll vermuthlich heiſsen: das äuſserſte und das dritte. *d. H.*

eines Feuerzeugs vertreten. Auch Lampenſchnuppe und Zunder aus verbranntem Baumwollenzeuge fangen Feuer, doch minder ſicher als Lichtſchnuppe.

7. *Galvaniſch-electriſche Verſuche, angeſtellt in Schweden*, aus einem Briefe des Aſſeſſors des Bergwerkscolleg. zu Fahlun, Joh. Gottlieb Gahn, an den Bergrath Scherer, geſchrieben den 10ten Mai 1802.*) — — Herr Aſſeſſor Gahn hoffte in Volta's Säule ein Mittel zur Reduction ſehr ſchwer reducirbarer oder problematiſcher Metalloxyde zu finden. In der That reducirte ſich aus molybdänſaurem Ammoniak das *Molybdän* ſehr gut am negativen Drahte der Säule. *Kobald* und *Nickel* reducirten ſich aus den auf bekannte Art gereinigten Metallauflöſungen zu Metallen, die vom Magnete ſtark angezogen wurden. Ohne Erfolg, (aber, wie er bemerkt, auch nur ſehr unvollkommen,) verſuchte er es mit Titan- und Uranauflöſungen. — Eine Auflöſung von 99 Theilen ſchwefelſauren Eiſens und 1 Theile ſchwefelſauren Kupfers gab am negativen Drathe, der von Platin war, einen reichlichen metalliſchen, aus Kupfer und Eiſen gemiſchten Niederſchlag.

Die vom Herrn Prof. Simon in den *Annal.*, VIII, 36 f., beſchriebenen Verſuche ſind von den Herren Hiſinger und Berzelius mit der

*) Im Auszuge aus Scherer's *allgem. Journal der Chemie*, B. 9, S. 576. *d. H.*

gröfsten Sorgfalt und mit sehr sorgfältig destillirtem Wasser, das man 48 Stunden in einer gefchlofsnen Säule aus 34 Lagen Zink und Silber erhielt, wiederhohlt worden. Beide Röhren wurden unter einander durch ungegerbtes Kalbfell und mit der Säule durch Golddrähte verbunden. An der gefäuerten Seite bildete fich ganz bestimmt Salzfäure, die Eiweifsftoff und thierifche Gallert aufgelöft enthielt, aber keine Spur von Salpeterfäure. An der negativen Seite fand man ganz deutlich Natron, gleichfalls in Verbindung mit Eiweifsftoff und Gallert, aber ohne merkliche Zeichen von Ammoniak.

In Stockholm hat eine Gefellfchaft Verfuche mit einer Zink-Silber-Säule aus 400 bis 500 Plattenpaaren angeftellt. Man verfichert, mittelft eines Mikrofkops fehr gut wahrgenommen zu haben, dafs der Galvanifch-electrifche Funke einen wirklichen Sprung machte, wenn die beiden Drähte nur noch wenig von einander entfernt waren. — Eine electrifche Batterie von 24 Quadratfufs Belegung, durch Volta's Säule geladen, wurde durch die entgegengefetzte Electricität einer gewöhnlichen Electrifirmafchine entladen, und zeigte völlig gleiche Erfcheinungen, wenn fie durch die Säule und durch die Electrifirmafchine bis zu gleichem Grade geladen wurde.

Herr Bergaffeffor Gahn führte die vom Doct. Oerftedt angegebene Veränderung des Voltaifchen Becherapparats, die ihm einfacher und be-

quemer als dieſer und der Cruickſhankſche Apparat ſchien, mit einigen Abänderungen aus. Statt der Röhren nahm er 4 Zoll hohe, 1 bis 1 Zoll weite Gläſer, und legte auf den Boden eines jeden etwas Blei, Zinn oder Zink, oder ein aus dieſen Metallen gemiſchtes Amalgama. Das ſchmälere Ende eines zuvor in Queckſilberauflöſung getauchten und, die Enden ausgenommen, mit einer Miſchung aus Wachs und Harz überzognen ſtreifenförmig geſchnittnen Kupferblättchens, wurde in dieſes Amalgama geſteckt, das andere breitere Ende in das nächſte Glas hineingebogen, ſo daſs es in einiger Entfernung über dem Amalgama blieb. Auf das Amalgama warf er einige Zinkſtückchen, füllte in die Gläſer liquiden ſchwefelſauren Zink, dem noch etwas Schwefelſäure zugeſetzt wurde, und überzog die Ränder der Gläſer mit einer Miſchung aus Wachs und Harz, um das Ueberſteigen ſalziger Incruſtationen über die Ränder zu vermeiden. — Eine ſolche Batterie behielt ihre Kraft ohne merkliche Abnahme wenigſtens einen Monat lang, genügte Herrn Gahn aber doch nicht ganz. Sie iſt nichts anderes als ein gewöhnlicher Becherapparat, verhält ſich auch in allem wie dieſer, ohne mehr Waſſerſtoffgas als andre zu geben. Das Amalgama dient blos zur genauen und vollkommenen Berührung zwiſchen Zink, Blei und Kupfer. Ihr Vortheil beſteht allein darin, daſs man einzelne Zinkſtückchen und Körner anwenden, und wenn der alte oxydirt iſt, neuen hineinwerfen kann.

Um der Korkſtöpfel entübrigt zu ſeyn, welche in manchen Verſuchen Störung oder Unannehmlichkeit verursachen; hat Herr Gahn an den Enden der gebognen Röhren des Gasapparats Hälſe angebracht, und in dieſe gläſerne, aus dicken Thermometerröhren verfertigte Stöpfel eingeſchmirgelt. Die durch dieſe Stöpfel oder Röhren gehenden Drähte werden an der innern Seite mit etwas Wachs und Harz befeſtigt. An das Knie der Röhren ſchmelzt Herr Gahn vor der Lampe eine oder zwei umgebogene kleinere Röhren zur Ableitung der Gasarten. *)

8. *Galvaniſch-electriſche Waſſerzerſetzung durch Zink- und Kupferſtaub.* **) Ein engliſcher Phyſiker, Will. Wilſon, hatte einige kleine Kupfer- und Zinkplatten auf einander mit feinem Schmirgel abgeſchliffen, und ſie darauf in einem Napfe voll Waſſer abgeſpült. Als das Waſſer ungefähr 5 Stunden lang geſtanden hatte, war es mit einem ſchmutzigen Schaume bedeckt; er hob das Gefäſs auf, und nun ſtieg eine unzählige Menge Luftblaſen von dem Bo-

*) Da Herr Aſſeſſor Gahn dieſe *Annalen* lieſt, ſo glaube ich ihn auffordern zu können, uns weitere Nachrichten über ſeine und ſeiner Landsleute Verſuche mit Volta's Säule, die ſo vorzüglich intereſſant ſind, gefälligſt mitzutheilen. *d. H.*

**) Nicholſon's *Journal*, Vol. 3, p. 147. Aus einem Briefe Wilſon's an Nicholſon, geſchrieben London den 11ten Oct. 1802. *d. H.*

nſatze auf; dieſes dauerte, als er das Waſſer be-
egte, einige Minuten lang fort, doch wurden
er Blaſen immer weniger, und hörten endlich
anz auf. Er lieſs alles 4 bis 5 Stunden ruhig ſte-
ien; darauf zeigten ſich wieder faſt eben ſo viel
uftblaſen, und unter denſelben Umſtänden als vor-
er. So fuhr er 5 Tage lang fort, dieſes Waſſer alle
oder 5 Stunden zu unterſuchen, und erhielt ſtets
eſelben Erſcheinungen, nur immer ſchwächer, bis
ich 5 Tagen kein Luftbläschen weiter erſchien. —
eberzeugt, dieſe Erſcheinung werde dadurch be-
irkt, daſs die Kupfer- und Zinktheilchen eine Art
alvaniſcher Kette bildeten, wiederhohlte er dieſen
erſuch mit gleichen Theilen Kupfer- und Zinkfeile,
e er in ein Glas mit Waſſer that und tüchtig un-
r einander rührte. Nach 3 Stunden hingen einige
uftbläschen an den Feilſpänen; beim Schütteln ſtie-
n ſie auf, und ſo ging das auf eine ähnliche Art,
ie im vorigen Verſuche, nur mit dem einzigen Un-
rſchiede fort, daſs er jetzt ſtärker ſchütteln muſs-
, daſs die Blaſen gröſser waren, und daſs ſchon
ich 3 Tagen keine mehr erſchienen. Er ſucht ſich
s daraus zu erklären, daſs im erſtern Falle die
heilchen ſich inniger und in gröſsern Folgen be-
hrt haben mögen, als im letztern. — Er wie-
rhohlte darauf noch einmahl den erſten Verſuch
it Kupfer- und Zinkplatten, die mit Schmirgel
er einander polirt wurden, und der Erfolg war
nz derſelbe wie zuvor.

X.

Neuigkeiten aus der Chemie der Metalle.

1. *Ein vorgeblich neues edles Metall, Palladium oder Neufilber.* Diefe grofse mineralogifche und chemifche Merkwürdigkeit war ganz vor kurzem zu London, das Loth zu 16 Guineen, verkäuflich. Als unterfcheidende Charaktere des neuen edlen Metalls wurde angegeben: dafs es fehr hämmerbar fey und fich ziemlich gut poliren laffe, wobei es den Platinglanz annehme; gefchlagen 11,8, gefchmiedet 11,3 zum fpecififchen Gewichte habe; im mäfsigen Feuer feinen Glanz verliere und fich ins Blaue nüancire, in ftärkerer Hitze aber, wie die übrigen edlen Metalle, feinen vorigen Glanz wieder erhalte; kaum in der ftärkften Gluth einer Eife anfange flüffig zu werden, dagegen mit Schwefel fo leicht fchmelze als Zink; und dafs es endlich in Salpeterfäure auflöslich fey. Diefe Auflöfung ift roth; fchwefelfaures Eifen fchlägt das Metall daraus reguliniſch nieder, gerade fo wie das Gold aus deffen Auflöfung in Königswaffer, und wird die Auflöfung bis zur Trocknifs abgedampft, fo giebt fie ein rothes Oxyd, das in den übrigen Säuren auflöslich ift; und von allen andern Metallen, aufser von Platin, Gold und Silber, aus diefen Auflöfungen niedergefchlagen wird. — Chenevix, der fich fogleich

ein

ein Stück des neuen edlen Metalls verſchafft hatte, fand die angegebnen Charaktere völlig richtig, und ſie wurden darauf auch von Vauquelin beſtätigt.

Dieſe Nachrichten verdanke ich dem an naturwiſſenſchaftlichen Neuigkeiten reichen *Journal de Phyſique et de Chimie* des Herrn van Mons in Brüſſel, wo ſie in einem eignen *Supplement au* No. 11, dem ſchon ausgegebnen Hefte nachgeliefert wurden. Bald darauf erhielt ich indeſs von meinem Freunde folgenden zu *Brüſſel am 11ten Juni* geſchriebnen Brief, welcher von dem groſsen Eifer für Wahrheit zeugt, der dieſen trefflichen Chemiker beſeelt.

„— — Ich melde Ihnen, mein geſchätzteſter Freund, daſs Chenevix, ſehr bald nachdem er die angegebnen Charaktere des neuen edlen Metalls verificirt hatte, entdeckte, daſs das Palladium *keineswegs* ein beſondres Metall, ſondern nichts anderes als ein *Platin-Amalgama*, durch *chemiſche Verbindung* von 2 Theilen Platin mit 1 Theile Queckſilber bewirkt, ſey. Dieſes Amalgama iſt *feſt*, in Salpeterſäure auflöslich, bloſs in Verbindung mit Schwefel ſchmelzbar, läſst ſelbſt in der höchſten Gluth kein Atom Queckſilber fahren, und wird durch grünen Eiſenvitriol aus ſeiner Auflöſung in Salpeterſäure niedergeſchlagen, (unſtreitig dadurch, daſs dieſer demſelben Sauerſtoff anzieht.) — Welche ſonderbare Verbindung! wie reich an Folgen! Wird man hinfüro wohl noch ein einziges Metall *mit Zuverläſſigkeit* für *einfach* ausgeben dürfen?

und wäre es wohl noch etwas Aufserordentliches, wenn wir in diesem Sinne nach den Bestandtheilen und der Zusammensetzung des Goldes forschten?

2. *Tungstein-Metall* und ein *Eisen-Amalgama.* Es ist den Herren Allan und Aiken in England geglückt, das Tungstein-Metall in vollkommnen Flufs zu bringen, indem sie die Auflösung des Tungstein-Oxyds in Ammoniak behandelten. In seiner vollkommen reguliniſchen Gestalt hat dieſes Metall die Farbe von Eisen und ist sehr glänzend, aber nicht hämmerbar. Das specifische Gewicht desſelben beträgt 17,22, so, dafs es nächst Platin und Gold das schwerste Metall ist.

Auch hat Herr Aiken ein *Eisen-Amalgama* zu Stande gebracht, indem er salzsaures Eisen durch Zink-Amalgama fällte. Der Zink schlägt das Eisen reguliniſch nieder, und mit diesem Eisen verbindet sich das aus der Verbindung mit dem Zink tretende Queckſilber. Wird es darauf in eine schwache Hitze gebracht und geknetet, so nimmt es alle Kennzeichen eines vollkommnen Amalgama an. (*Journal par* van Mons, t. 3, p. 115.)

3. *Ueber die vorgebliche Verwandlung von Eisen in Stahl in verschlofsnen Tiegeln, ohne Mitwirkung von Kohlenstoff, von Collet-Descotils.**) Ein Chemiker Muschett hatte bekannt gemacht, er habe gefunden, dafs Eisen, welches in verschlofs-

*) *Bulletin des Sciences*, No. 71. d. H.

den Tiegeln einer ſtarken Gluth ausgeſetzt wird, ſich in Stahl verwandle, ſchmelze und dann gegoſſen werden könne. Dieſe Umwandlung in Stahl ſuchte er ſich durch Verbindung des Eiſens mit Kohlenſtoff zu erklären, der entweder einer Zerſetzung des kohlenſauren Gas in dieſer hohen Temperatur durch das Eiſen, oder einer Verwandlung der Kohle in Gas, in welcher Geſtalt ſie durch den Tiegel durchgegangen ſey, müſſe zugeſchrieben werden. — Um die Zweifel zu zerſtreuen, welche aus dieſen Verſuchen gegen die Verwandlung von Eiſen in Stahl, durch kohlenſauren Kalk, wie ſie Clouet, und durch Diamant, wie ſie Guyton bewirkt hatte, entſtehen könnten, glaubte Collet-Desotil die Verſuche Muſchett's wiederhohlen zu müſſen. Drei Verſuche, die er zu dem Ende anſtellte, und in denen er alle mögliche Vorſicht brauchte, um das Eiſen aufser aller Berührung mit kohlenſtoffhaltenden Körpern zu ſetzen, zeigten, daſs, ſo oft dieſe Bedingung vollkommen erfüllt wurde, das Eiſen ſeine Natur *nicht* änderte, und daſs, wenn es ſich in Stahl verwandelte, das daher kam, daſs dieſer Bedingung zufällig nicht Genüge geſchah. Zugleich machte er die Bemerkung, daſs das Eiſen bei weitem ſo ſchwer ſchmelzbar *nicht* iſt, als man bisher geglaubt hatte, da er es in allen drei Verſuchen in kurzer Zeit in Fluſs kommen ſah.

4. *Ein neu entdecktes Metall, Tantalum.* Ein ſchwediſcher Chemiker, Herr M. A. G. Ekeberg,

Privatlehrer in Upſala, der durch ſeine chemiſche Analyſe des Gadolinits bekannt iſt, entdeckte dieſes neue Metall, als er verſchiedne Varietäten von Gadolinit, die er von dem Bergmeiſter Geyer in Stockholm erhalten hatte, chemiſch unterſuchte, und hat dieſe Entdeckung im vorigen Jahre in den Schriften der Stockholmer Akad. der Wiſſenſchaften bekannt gemacht. (*Vetenſk. Acad. Nya Handlingar* foer 1802, Quart. 1, S. 68 f.) Die unterſcheidenden Merkmahle dieſes neuen Metalls ſind folgende:

Es iſt in allen Säuren gänzlich unauflöslich, in welchem Zuſtande man es auch nehme, und welche Hülfsmittel man auch anwende; nach dieſer Unfähigkeit deſſelben, ſich der Säuren zu bemächtigen, hat es Ekeberg, als nach ſeinem Hauptcharakter, *Tantalum* genannt.

Die einzigen Reagentien, welche auf daſſelbe wirken, ſind die kauſtiſchen fixen Alkalien, wenn man ſie damit zuſammenſchmelzt. Wird dann die Maſſe ausgelaugt, ſo löſt ſie ſich zum Theil in Waſſer auf, und aus dieſer Auflöſung läſst ſich ein ſchneeweiſses Oxyd durch Säuren niederſchlagen.

Keine Säure wirkt auf dieſes Oxyd, und ſelbſt in der Glühhitze verliert es ſeine Weiſse nicht. Geglüht iſt das ſpecifiſche Gewicht deſſelben 6,5. Es ſchmilzt vor dem Löthrohre, wenn es mit Borax oder Harnſalz vermiſcht wird, ohne daſs es dieſe Flüſſe färbt.

Als das Oxyd mit Kohlenstaub vermischt in einem Tiegel einer heftigen Gluth ausgesetzt wurde, reducirte es sich zu einer zusammengebacknen Masse von mäfsiger Härte, einigem Metallglanze an der Oberfläche, und einem matten und schwärzlichen Bruche. Die Säuren oxydirten diese Masse, und verwandelten sie wieder in das vorige weisse Pulver.

Diese Charaktere scheinen dem schwedischen Chemiker hinzureichen, die Masse für ein Metall, und zwar für ein noch unbekanntes, zu halten. Am meisten Aehnlichkeit hat sie mit Zinn-, Tungstein- und Titanoxyd, die auch in den kaustischen Alkalien auflöslich sind, und unter einigen Umständen der Einwirkung verschiedner Säuren widerstehn; allein Zinnoxyd verräth sich sogleich durch seine leichte Reductibilität, Tungsteinoxyd durch seine Auflöslichkeit in Ammoniak und daran, dafs es durch Säuren gelb wird und Borax oder Harnsalz, womit es zusammengeschmolzen wird, blau färbt, und Titanoxyd durch die Hyacinthfarbe, die es dem Boraxglase giebt, und dadurch, dafs es, wenn es mit Pottasche zusammengeschmolzen worden, in den Säuren auflöslich ist.

Herr Ekeberg hat dieses neue Metall in zwei verschiednen Arten von Minern gefunden. In der ersten ist es mit Eisenoxyd und Braunsteinoxyd vermischt; sie nennt er *Tantalit*. Diese bricht im schwedischen Finnland, im Kirchspiele *Kimito* im Gouvernement von *Abo*, in einem grofsen Berge am baltischen Meere, der aus weifsem Quarz und

Glimmer mit durchsetzenden Feldspathgängen besteht, in einem dieser Feldspathgänge, und ist schon seit 1746 als eine problematische Art von Zinngraupen bekannt. Sie findet sich in Krystallen von der Gröfse einer Haselnufs, deren Gestalt sich dem Octaeder zu nähern scheint, die am Stahle stark Feuer schlagen und ein specifisches Gewicht 7,953 haben. Der Magnet zieht sie nicht, ihr Staub ist grau, ihre Oberfläche eben und schwärzlich, ihr Bruch dicht und metallisch.

Die zweite Miner bricht mit dem *Gadolinit* (dem Mineral, worin Gadolin die Yttererde entdeckt hat,) an einem und demselben Orte, nämlich im grofsen Steinbruche bei *Ytterby*, in der schwedischen Provinz Upland, und besteht aus Yttererde, Eisen und Tantalum, daher Herr Ekeberg sie *Ytterotantalit* nennt. Es ist ein Feldspathberg, in dem sich isolirte Partien Quarz und Glimmer finden, und durch den vertikale Glimmergänge durchsetzen. In der Nachbarschaft dieser Gänge findet sich sowohl der Gadolinit, der mehrentheils mit einer Seite an silberweifsem Glimmer sitzt, und an der andern von Feldspath umgeben ist, als der Ytterotantalit, der sich in Gestalt kleiner Nieren in Feldspath, welchen schwarzer Glimmer umgiebt, befindet. Diese Nieren sind von körnigem metallgrauen Bruche, lassen sich mit dem Messer, obschon schwer, ritzen, wirken nicht auf den Magnet, und haben zum specifischen Gewichte 5,13.

XI.

Neue Zerlegung des Gadolinits, vom Herrn Ekeberg in Upſala, und Beſtätigung der weſentlichen Verſchiedenheit der Yttererde von der Beryllerde. *)

Herr M. Ekeberg hatte ſchon 1794 das ſchwarze Foſſil von Ytterby, worin von Gadolin eine neue Erdart entdeckt worden war, genauer unterſucht. (Scherer's *Journal der Chemie*, B. 3, S. 187.) Vauquelin's und Klaproth's ſpätere Analyſen bewogen ihn, ſeine Arbeit noch einmahl wieder aufzunehmen, und die Reſultate ſeiner verbeſſerten Analyſe theilt er im erſten Theile des vorhin erwähnten Aufſatzes mit. Die jetzt von ihm gefundnen Beſtandtheile in 100 Theilen ſind folgende:

46,5 Th.	Yttererde
25	Kieſelerde
4,5	Beryllerde
16,5	Eiſenoxyd

Das Eiſen trennt er von der Yttererde mittelſt der von Klaproth entdeckten Eigenſchaft der bernſteinſauren Salze, aus Säuren, worin beide aufgelöſt ſind, nur das Eiſen, nicht die Yttererde zu fällen. Doch muſs das

*) Größtentheils aus einem Auszuge aus der ſchwediſchen Abhandlung in den *Annales de Chimie*, t. 43, p. 228, mit Bemerkungen von N. V., (Nicol. Vauquelin,) entlehnt. d. H.

Eiſen vollkommen oxydirt ſeyn, ſoll alles zu Boden fallen. — Braunſteinoxyd hat er zwar darin gefunden, beſtimmt aber die Menge deſſelben nicht; von Kalkerde fand er aber keine Spur, daher ſie ſich in Vauquelin's Exemplar wohl nur zufällig fand. Was beſonders überraſcht, iſt, daſs er nur 0,5 Th., Vauquelin dagegen 12 Theile Verluſt hatte. Liegt das an einer Verſchiedenheit des Steins oder der Verfahrungsart?

Er vergleicht die Yttererde ſorgfältig mit der Beryllerde, und beweiſt daraus die auch ſchon von Klaproth auſser Streit geſetzte Verſchiedenheit beider einfachen Erden. Die Yttererde iſt nach ihm unauflöslich in den kauſtiſchen Alkalien, indeſs die Beryllerde ſich in ihnen leicht auflöſt, wie auch ſchon Vauquelin bemerkt hat. — Blauſaures Kali ſchlägt die erſtere, nicht aber die letztere aus ihren Auflöſungen nieder, wie auch ſchon Vauquelin und Klaproth angaben. — Umgekehrt wird die Yttererde nicht, wohl aber die Beryllerde aus ihren Auflöſungen durch bernſteinſaure Salze niedergeſchlagen. — Endlich unterſcheiden ſich beide Erden von einander gar ſehr durch ihr ſpecifiſches Gewicht, wenn ſie gleich ſtark calcinirt ſind. Das der Yttererde iſt 4,842; das der Beryllerde 2,967. Dieſes veranlaſste ſchon Vauquelin, die Yttererde mit Kohlenſtaub in hoher Gluth zu behandeln, um nachzuſehn, ob ſie nicht etwa ein Metalloxyd ſey; er erhielt aber kein

Metall, sondern nur eine halbgeschmolzene, sehr harte Masse, ungefähr vom specifischen Gewichte 5. — Beryllerde haben weder Vauquelin noch Klaproth im Gadolinit gefunden. Doch läfst sich Ekeberg's Angabe nicht bezweifeln, da er die Unterschiede beider Erdarten sehr wohl kannte.

Der Gadolinit kömmt auch unvollkommen kryftallifirt vor, wie einige Arten von Granaten, und ift, wenn er rein ift, fo hart, dafs er am Stahle Funken giebt.

XII.

AUSZÜGE

aus Briefen an den Herausgeber.

1. *Vom Herrn Dr.* H. W. Brandes.

Eckwarden, den 10ten Jun. 1805.

Sie haben im dritten Hefte des XIII. Bandes Ihrer Annalen Einiges über Sternſchnuppen und Feuerkugeln aufgenommen oder gelegentlich angeführt, worüber ich mir die Erlaubniſs ausbitte Ihnen ein paar Bemerkungen mittheilen zu dürfen.

Die vom Herrn Dr. Droyſen beobachtete Erſcheinung, wo der Schweif einer Sternſchnuppe ſich nach dem Verlöſchen des Kerns krümmte, iſt zwar ziemlich ſelten, aber wenigſtens zwei ähnliche Beobachtungen ſind mir bekannt. Die eine habe ich ſelbſt angeſtellt, und in der Abhandlung über die Entfernung, Geſchwindigkeit und die Bahnen der Sternſchnuppen S. 35 erzählt. Eine zweite, die vielleicht ſehr wenig bekannt geworden iſt, theilte der ſelige Lichtenberg mir mit: ſie ſtand in den Berliniſchen Nachrichten von Staats- und gelehrten Sachen, 1798, No. 124. Der ungenannte Beobachter erzählt, in der Nacht vom 13ten zum 14ten October 1798, etwa um 12 Uhr, habe ein plötzlicher heller Schein ihn bewogen, nach dem Himmel zu blicken. Er bemerkte in der

[illegible] dem Winkel von einem hellen weißen Kegel [illegible] von etwa 1½ Grad Länge. Nach 2 Minuten, als seine Helligkeit schon abgenommen hatte, nahm dieser die Form eines Zirkuskeils an, und erlosch dann allmählig. — Vielleicht verdient es bemerkt zu werden, daß in der nachfolgenden Nacht von uns ungewöhnlich viele Sternschnuppen beobachtet wurden. Daß übrigens die meisten Schweife nicht blos aus Augenbetrug entstehen, scheint mir erwiesen, theils weil man mehrmahls den Schweif sieht, wo man den schnell erlöschenden Kern nicht gesehen hat, theils weil er sehr oft nicht mit dem Kerne zusammenhängt, sondern dazwischen ein dunkler Raum ist.

Es ist Schade, daß Herr Dr. Dröysen sich von seinem entfernten Freunde nicht den Platz am Himmel bezeichnen ließ, wo er die Sternschnuppe erblickte: dieses wäre gewiß wichtiger gewesen, als die Angabe des Barometerstandes. Vom Doct. Benzenberg ist diese Erscheinung wohl nicht beobachtet worden.

Die Chladnische Meinung, daß die Sternschnuppen verlöschen, wenn sie in zu dünne Luft kommen, ist, glaube ich, durch unsre Beobachtungen widerlegt: sie verschwinden in äußerst ungleicher Entfernungen von der Erde. — Und sollte es sich ferner bestätigen, was wir nach einigen Beobachtungen wohl anzunehmen berechtigt sind, daß es aufsteigende Sternschnuppen giebt, so könnte es

ger wohl seyn, dafs man zu einem mathematischen Beweise gelangte, dafs *nicht alle* Sternschnuppen geworfne Körper seyn können. — Es ist zu gewagt, eine einzelne Beobachtung, wo nicht besonders entscheidende Merkmahle statt fanden, für unumstöfslich gewifs auszugeben, sonst wäre unter unsern Beobachtungen die zwölfte correspondirende ein directer Beweis gegen Hrn. Chladni, denn dieser Körper hätte aus der Erde hervorkommen müssen, da er vertical aufstieg. So ergiebt es die Berechnung, die ich *ohne* alle willkührliche Voraussetzungen in einem Aufsatze, welchen ich an Hrn. Bode für das Jahrbuch gesandt habe, weiter aus einander setze. (Die Berechnung in der bei Perthes erschienenen Abhandlung ist nicht ganz überzeugend.)

Ich hoffe Ihnen nächstens eine Reihe von Beobachtungen über die *Refraction*, denen ähnlich, die Sie von Hrn. Woltmann kennen, übersenden zu können. Der Zweck derselben ist vorzüglich, zu bestimmen, wie die Variation der scheinbaren Höhe *von der Entfernung* des Gegenstandes, *von seiner Höhe* über dem scheinbaren Horizonte, und *von der* höhern oder niedrigern *Stellung* des Beobachters abhängt. — Dafs es hier ziemlich bestimmte Regeln, wobei aber doch einzelne irreguläre Abweichungen statt finden, giebt, zeigen schon die bisherigen Beobachtungen. Diese Irregularitäten machten mich anfangs irre, aber die Fortsetzung der Beobachtun-

gen zeigte doch die Regel deutlich. Und wer kann sich auch über etwas Irreguläres in einer Atmosphäre wundern, in der wir einzelne Wolkenmassen in der obern Luft, locale Winde, (z. B. die momentanen warmen Hauche, die man an sehr beschränkten Stellen zuweilen ganz plötzlich bemerkt,) u. s. w., längst kennen? Bei dem jetzigen rauhen windigen Wetter kann ich mit diesen Beobachtungen wenig fortkommen; seit der Mitte Aprils haben keine erheblichen Variationen statt gefunden, und die vorherigen Beobachtungen waren noch nicht mannigfaltig genug.

---

2. *Vom Herrn Dr.* Benzenberg.

Hamburg den 3ten April 1803.

Herr Repsold, (*Annal.*, XI, 265,) hat sich zwei Objektive aus einem massiven Flintglaskegel schneiden lassen, der in einem der hiesigen Kalköfen geschmolzen und 5 Zoll dick und 8 Zoll lang war. Der Lehrbursche gebrauchte zu einem Schnitte 2 Tage. Die Objektive sind noch nicht fertig geschliffen; kleinere Theile von diesem Kegel, aus denen Gläser zu Mikroskopen geschliffen wurden, haben sich aber sehr schön gearbeitet.

Zu meinem Taschenperspektive, von 1,8 par. Zoll Oeffnung, von Linell in London, (*Annal.*, XI, 264,) das blos mit einer 25mahligen terrestrischen Vergrösserung versehn war, hatte ich mir

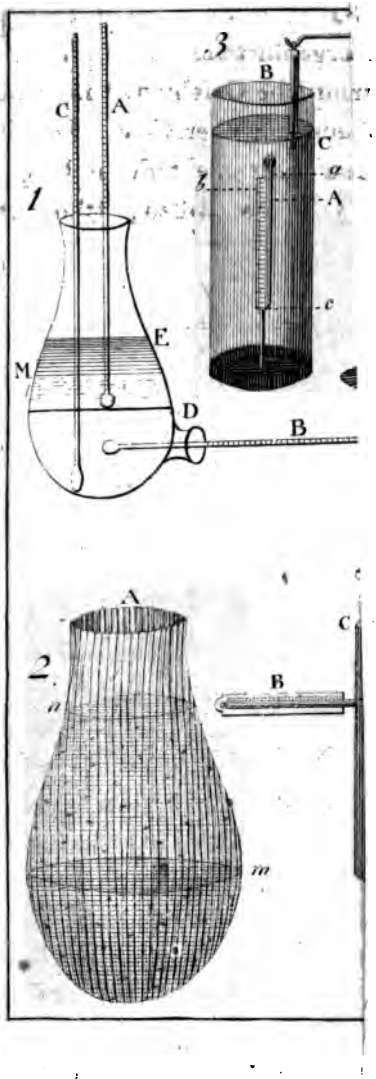
ſchon früher einen cöleſtiſchen Einſatz ſchleifen laſſen, der etwa 44 mahl vergröſserte. Ich glaubte, dieſes ſey alles, was das kleine Objektiv ertragen könnte. Allein geſtern erhielt ich von Hrn. Repfold eine kleine Linſe von 3 Linien Brennweite, die, (da das Objektiv 28 Zoll Brennweite hat,) ungefähr 112 mahl vergröſsern muſste. Obſchon ich nicht glaubte, daſs ich ſie würde gebrauchen können, ſo ſchraubte ich ſie doch ein, als der Himmel vorzüglich heiter war, und richtete das Fernrohr nach Saturn und Jupiter. Der Ring des Saturns um die Kugel erſchien völlig ſcharf in weiſsem Lichte; eben ſo der Jupiter und ſeine Streifen. Das hatte ich nicht erwartet. Ich richtete das Fernrohr nun nach dem Monde, und ſah hier die weiſsen Adern in den Meeren, die Schatten in den Cratern und die Bergſpitzen ſo deutlich und beſtimmt, daſs ich alles hätte zeichnen können. Woher kömmt es nun, daſs ein Taſchenperſpektiv 112mahlige Vergröſserung aushielt, ohne im geringſten an ſeiner Deutlichkeit zu verlieren, da man oft gröſsere Fernröhre ſieht, die dieſes nicht thun? Das Flintglas in meinem Objektive iſt überdies nicht völlig frei von Streifen, und die Politur nicht ſo ſchön, als ſie ſeyn könnte, wie man das überhaupt oft in engliſchen Objektivgläſern findet.

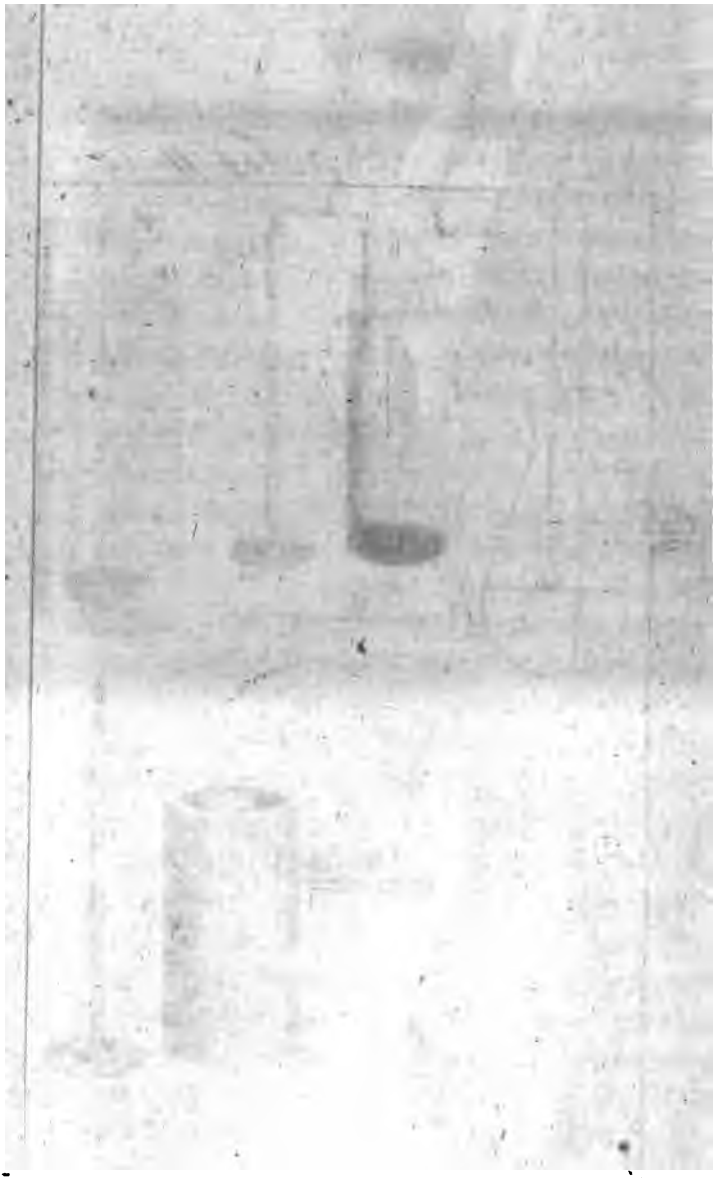
Ich glaube den Grund in folgenden drei Urſachen ſuchen zu müſſen: 1. Flint- und Crownglas haben in dem Objektive dieſes Fernrohrs eine ſehr

ätige Figur; 2. die Planeten und der Mond eben sehr hoch; und 3. das Okular war einfach. ntnisse die einfachen Okulare den zusammengeetzten vor, obschon man bei letztern ein gröfseres ld, und gegen den Rand hin weniger Farben hat; ss die einfachen Okulare haben immer den Vorzug, dafs bei ihnen weniger Licht verloren geht, d dieser Vortheil ist viel gröfser als man glaubt. ie Farben gegen den Rand hin schaden eben nicht el, da man den Gegenstand, den man sieht, ohnhin in die Mitte des Feldes halten mufs, wenn n genau sehen will. Auch das kleinere Feld ist nichts, da es eben nicht schwer ist, Jupiter d Saturn zu finden. Das Fernrohr hat ein kleines Stativ von Messing, (mit feiner horizontaler und artikaler Bewegung,) welches sich aus einander nehmen läfst. Das Fernrohr selbst ist zusammengeschoben 1 Zoll lang, und kostet mit dem Stativ 8 Louisd'or.

Ich wünschte, dafs Sie Gelegenheit hätten, die Ausdehnung der Rosenschen Metallmischung zu untersuchen. Für mich ist es für den gegenwärtigen Augenblick unmöglich, da ich in Begriff stehe, abzureisen. Ueberhaupt steht es mit unsern Ausdehnungsbestimmungen noch sehr schlecht. Im Gehler, Artikel *Pyrometer*, stehen die von Berthoud und Roy *nicht*, welche doch wohl die besten sind. — Ich finde, dafs wir in der Physik, — was *die Genauigkeit* der Angaben betrifft, — noch ungleich mehr zurück sind, als man glaubt.

Die hiesige Admiralität hat das physikalische Kabinet des verstorbenen Senators Kirchhof für 15000 Mark Banco gekauft, und zum Unterrichte in dem neu organisirten Johanneum bestimmt. Auch hat die patriotische Gesellschaft ihre Modellsammlung dem Johanneum überlassen. Die Büschische Bibliothek und Instrumentensammlung hatte die Admiralität, wie Sie wissen, schon früher gekauft.


3
B
C
A
a
b
A
c
1
C
A
E
M
D
B
2
A
C
B
n
m



ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1803, SIEBENTES STÜCK.

I.

FORTGESETZTE VERSUCHE über die Electricität,

von

ALEXANDER VOLTA.

aus einem Briefe an den Herausgeber.

Como den 23ſten April 1803.

Ich habe die Stücke der *Annalen*, welche Sie mir auf dem angezeigten Wege überſchickt haben, richtig erhalten. — — Die Verſuche Ritter's über die Ladung electriſcher Batterien mittelſt meines electromotoriſchen Apparats enthalten in der That nichts, was für mich neu wäre. Ritter hat ſich in ein groſses Detail eingelaſſen; doch iſt alles bloſses Corollarium aus dem, was von mir dargethan worden, und läſst ſich aus meinen Grundſätzen ohne alle die Umwege erklären, die er genommen hat, und die für die meiſten Leſer die Materie eher verdunkeln als aufklären werden. Die Art, wie ich die

vornehmſten Phänomene ſolcher Ladungen im *zweiten* und *dritten* Theile meiner Abhandlung, die ich im November 1802 im franzöſiſchen National-Inſtitute vorgeleſen habe,*) und im *Riſtretto della dottrina e dei principali fenomeni del Galvanismo*, deſſen Druck etwas verſpätet worden iſt, das aber in kurzem erſcheinen wird, erklärt habe, iſt viel einfacher, und macht die Sache für alle begreiflich, die auch nur die gewöhnlichen Geſetze der Electricität kennen und ſich mit dieſer Klaſſe von Verſuchen etwas beſchäftigt haben. Uebrigens habe ich mich mehr als Ritter an die electrometriſchen Unterſuchungen gehalten, das heiſst, an Betrachtung der electriſchen Spannung und der Capacität der Recipienten oder Quellen der Electricität, ſo wie der Dauer der Ladung, die damit in Verbindung ſteht, und habe hauptſächlich geſucht, zu zeigen, wie die Effecte, die Schläge und dergleichen nach zuſammengeſetzten Verhältniſſen von dieſen Elementen abhängen, und wie die verſchiednen Effecte mehr mit dem einen oder mit dem andern derſelben

*) Nur der *erſte* Theil dieſer Abhandlung iſt in der Pariſer *Annales de Chimie* abgedruckt; die beiden andern werden in Brugnatelli's *Annali di Chimica* erſcheinen.“ *Volta.* [Der *erſte* Theil findet ſich in den *Annalen*, X, 421 f., und der *zweite*, XII, 497 f., an der Spitze des Supplementhefts. Den *dritten* Theil denke ich den Leſern nächſtens zu liefern, vielleicht auch einiges aus Volta's neuem Werke. *d. H.*]

zuſammenhängen. Ritter hat zwar dieſe electrometriſchen Unterſuchungen nicht ganz vernachläſſigt, und ſieht bei den verſchiednen Combinationen ſeiner Säulen auch ſtets auf die electriſchen Spannungen; da er aber, wie es ſcheint, ſich keines Condenſators und auch nicht des empfindlichſten Electrometers bedient hat, ſo blieben ſeine Beobachtungen, ungeachtet er mit einem Electromotor von 600 Lagen experimentirt hat, insgeſammt innerhalb einer Spannung von ungefähr 4°, und dieſe iſt ſo geringe, daſs es Mühe koſtet, eine Spannung von 1° überhaupt nur wahrzunehmen. Ich erhalte dagegen mit Hülfe eines guten Condenſators, bei einer Säule von 100 Lagen und weniger, Divergenzen von 100 bis 200° meines Strohhalmelectrometers, wodurch mir ein weites Feld zu vergleichenden Verſuchen offen ſteht. Dieſe Divergenzen laſſen ſich zwar an meinem Electrometer nicht meſſen, da die Strohhälmchen dabei an die Wände des Glaſes ſchlagen, ſie laſſen ſich aber durch Vergleichung mit der Divergenz an einem Quadranten-Electrometer berechnen.

Ich habe Ihnen ſchon einiges von dieſen electrometriſchen Unterſuchungen in meinem letztern Briefe mitgetheilt. *) Hier noch einige der vorzüglichſten Reſultate derſelben. Ich wünſchte zu beſtimmen, welches die *kleinſt-mögliche Ladung* von belegtem Glaſe ſey, durch die dem kleinen Finger,

*) *Annalen*, XIII, 257 f. *d. H.*

den ich in Waſſer getaucht hatte, bei einer die Entladung am beſten leitenden Verbindung,*) der kleinſt-mögliche noch merkbare Schlag ertheilt werde; und zwar ſuchte ich dieſes *Minimum* electriſcher Spannung, welche einen ſolchen kaum noch empfindbaren Schlag hervorbringt, für verſchiedne Gröſsen von belegtem Glaſe, das allesſammt von gleicher Dicke war, aufzufinden; (bekanntlich ſteht die Capacität des Glaſes in umgekehrtem Verhältniſſe mit der Dicke.) Ich ſuchte zu dem Ende Gläſer aus, die ungefähr $\frac{1}{3}$ Linie dick waren, fing mit 1 Quadratzoll Belegung an, und ſchritt dann zu 2, 4, 8 Quadratzoll Belegung fort. So fand ich das Minimum der Ladung, bei der der Schlag merkbar blieb, nach Graden meines feinern Strohhalm-Electrometers, deſſen Grade halbe Linien betragen, gemeſſen, wie folgt: Bei einer

Belegung von	1	2	4	8	16 Q. Zoll
ungefähr	45°	25°	14°	8°	4,5°

und ſo wird alſo, um bei noch einmahl ſo gröſser Belegung den gleichen Effect hervorzubringen, eine Spannung erfordert, die etwas gröſser als die Hälfte iſt, und zur erſtern im Verhältniſſe von 56 : 100 ſteht, woraus folgt, daſs die Menge des

*) Zu dem Ende ſetze ich das Waſſer durch einen breiten Metallſtreifen, (*lame*,) mit der einen Belegung des Glaſes in Verbindung, und errege die Entladung mit einem andern breiten Metallſtreifen, (*lame*,) den ich mit der andern ſtark gefeuchteten Hand feſt gefaſst habe. *Volta.*

electrischen Fluidums, welches in beiden gleiche Ladungen bewirkt, fast dieselbe, (nur in der noch einmahl so grossen Belegung etwas gröser,) ist. — Eine Flasche aus dünnem Glase von 64 Quadratzoll Belegung, muss, um dem kleinen Finger den kleinsten wahrzunehmenden Schlag zu geben, nur bis zu einer Spannung von $1\frac{1}{2}°$ geladen seyn; 4 solche Flaschen verbunden, nur bis zu $\frac{1}{2}°$ und selbst weniger; 8 bis zu $\frac{1}{4}°$; und 16, die vereint eine Batterie von ungefähr 7 Quadratfuss Belegung bilden, nur bis zu $\frac{1}{8}°$ Spannung. Dieses habe ich durch viele Versuche verificirt, welche mir die angeführten Resultate, wenn auch nicht alle genau, wenigstens sehr nahe gegeben haben. Nur wenn man die Batterien sehr vergrösert, scheint eine stärkere Ladung, als nach dem angegebnen Verhältnisse, nöthig zu werden, und ich vermuthe selbst; dass, wenn man bis auf 600 oder bis auf 1000 oder 2000 Quadratfuss Belegung stiege, man das Maximum von Grösse erreicht haben würde, d. h., dass bei einer gegebnen sehr kleinen Spannung, grösere Batterien als diese keine stärkern Schläge geben würden, ja dass bei Spannungen von $\frac{1}{100}°$, $\frac{1}{80}$, $\frac{1}{60}°$, (welche, der obigen Progression gemäss, in Batterien von dieser Grösse noch ganz merkbare Schläge geben müssten,) der Schlag nicht mehr wahrnehmbar seyn möchte.

Vergleicht man übrigens den Schlag einer ziemlich kleinen Leidner Flasche mit den Schlägen einer sehr grossen Flasche oder einer ganzen Batterie,

wenn die Ladungen beider in dem angeführten Verhältniſſe ſtehn, ſo zeigt ſich doch eine Verſchiedenheit zwiſchen beiden, wo nicht der Quantität, doch der Qualität des Effectes nach; d. h., die Senſation in beiden iſt verſchieden. Dieſer Unterſchied iſt bei mächtigen und ausgedehnten Schlägen, (*decuſſes puiſſantes et etendues*,) ziemlich merklich, indem die Schläge einer Flaſche von wenigen Quadratzollen Belegung lebhafter, aber minder voll, (*moins largement*,) afficiren, und auf gewiſſe Weiſe ſchärfer und vibrirend, aber minder ausgedehnt ſind, indeſs die Schläge einer groſsen Flaſche oder einer Batterie ſchwerer und tiefer ſind, (*plus gros et plus profondes*). Die letztern gleichen vollkommen den Schlägen des Zitterrochens und der electromotoriſchen Apparate, welche Apparate ich von je her mit ſehr groſsen Batterien, die ſich unaufhörlich entladen, verglichen habe.

Die Verbeſſerungen, die ich am Quadranten-Electrometer angebracht habe, um die Grade deſſelben unter ſich und mit den Graden meines Strohhalm-Electrometers vergleichbar zu machen, und das Verhältniſs, welches ich zwiſchen dieſen electrometriſchen Graden und der Schlagweite des Entladungsfunkens zwiſchen zwei Metallkugeln wahrgenommen habe, glaube ich Ihnen ſchon mitgetheilt zu haben. Bei 1 Linie Abſtand zwiſchen beiden Kugeln wird dazu eine Ladung von 12 bis 13° meines Quadranten-Electrometers erfordert, welche 150° meines feinen Strohhalm-Electrometers gleich

sind. Für gröfsere oder geringere Entfernungen, (wenigstens innerhalb der Gränzen von 6 Linien bis zu $\frac{1}{4}$ Linie,) stehen die Spannungen in *einfachem directen Verhältniffe* der Entfernungen, und, was noch merkwürdiger ist, es macht dabei keinen Unterschied, ob die Entladung von einer grofsen Flasche, oder von einer sehr kleinen, oder selbst von einem *einfachen Conductor* herrührt. Bei allen ist die Schlagweite dieselbe für dieselbe Spannung oder denselben Grad des Electrometers.

Ich weifs nicht, ob ich Sie nicht schon von der *höchst unvollkommnen Leitungsfähigkeit des Waffers und andrer Flüffigkeiten* für Electricität unterhalten habe. Ich zeige augenscheinlich, dafs der Strom electrischer Flüssigkeit, der durch einen Metalldraht von der Feinheit eines Härchens mit Leichtigkeit durchgeht, im Waffer einen Millionen mahl breitern Raum einnimmt, und selbst durch diesen nicht mit derselben Leichtigkeit und in derselben Menge durchgeht. Führt man den Entladungsstrom einer Leidner Flasche, die, wenn sie grofs ist, nur schwach geladen zu seyn braucht, oder den Entladungsstrom einer sehr schwach geladenen Batterie, oder eines Electrometers aus 100 Lagen Kupfer und Zink, dessen Spannung ungefähr $1\frac{1}{2}°$ meines Strohhalm-Electrometers beträgt,) mittelst zweier ziemlich breiter Metallstreifen, die einander gegenüber stehen, durch Waffer, das sich in einem grofsen Baffin oder in einer hölzernen oder irdenen Kufe befindet; so breitet sich der Entladungs-

ſtrom im Waſſer rechter Hand und linker Hand von dem geraden Pfade aus, der unmittelbar von dem einen Streifen zum andern führt, ſo daſs, wenn man die eine Hand zur Seite deſſelben in einem Abſtande von einigen Zollen von dem geradlinigen Strome in das Waſſer taucht, man von dem Entladungsſtrome getroffen wird und einen Schlag erhält. Auf dieſelbe Art und aus demſelben Grunde erhält man vom Zitterrochen, deſſen electriſche Organe mit meiner Säule ſo viel Aehnlichkeit haben, im Waſſer, auch ohne ihn zu berühren, einen Schlag. Auf dieſelbe Art geräth, wenn man eine Silbermünze und ein Stück Zink nahe bei einander in ein Fayencebecken unter Waſſer, und daneben, nicht weit von ihnen, einen Froſchſchenkel gelegt hat, der Froſchſchenkel in heftige Contractionen, und zuckt jedes Mahl, ſo oft man die beiden Metalle mit einander in Berührung bringt, ohne doch den Schenkel ſelbſt zu berühren; ein in Wahrheit überraſchender Verſuch, welcher darthut, daſs das electriſche Fluidum, welches vom Silber in den Zink getrieben wird, indem es aus dieſem zum Silber durch das Waſſer zurücktritt, darin einen ſehr breiten Raum einnimmt.

Brugnatelli's *Annalen* gehn fort; ſo eben erſcheint Band 20, worin ſich der zweite Theil meiner Abhandlung befindet, die ich im franzöſiſchen National-Inſtitute vorgeleſen habe. Band 19, der 1802 herausgekommen iſt, enthält den erſten Theil derſelben. Ich habe keinen Antheil

ſeinen Meinungen oder Ideen [Träumen?] über die electriſche Säure, die electriſch-ſauren Metalle, u. d. m. [*Annalen*, VIII, 284.]

Dalton's Theorie, oder vielmehr ſeine Verſuche, [*Annalen*, XII, 394,] ſtimmen in allen Stücken mit denen überein, die ich vor mehrern Jahren angeſtellt und in einigen akademiſchen Sitzungen zu Pavia vorgeleſen, aber nicht durch den Druck bekannt gemacht habe.

Ich bin u. ſ. w.

II.

EINIGE BEMERKUNGEN

zu DALTON'S *Verſuchen über die Ausdehnung der expanſibeln Flüſſigkeiten durch Wärme, und zu den Folgerungen, die er aus ihnen zieht,*

vom

HERAUSGEBER.

1. Dalton ſchliefst aus ſeinen Verſuchen mi Gasarten, dafs alle elaſtiſchen Flüſſigkeiten, die mi keiner tropfbaren Flüſſigkeit in Berührung ſtehn insgeſammt durch Erwärmung gleichmäſsig ausge dehnt werden, und zwar, wenn man ihre Tempe ratur von 55° bis 212° F. erhöht, um 0,325. Be atmoſphäriſcher Luft fand er dieſe Ausdehnung wie er angiebt, während der erſten $77\frac{1}{2}°$ gleich 0,167, während der andern 0,158. (*Ann.*, XII, 314.)

Hier hat Dalton durch einen kleinen Irrthum $77\frac{1}{2}°$ ſtatt $78\frac{1}{2}°$ geſetzt. Da meine Berechnunge in der Anmerkung am angeführten Orte in der Vor ausſetzung gemacht ſind, dafs Dalton 157 rich tig halbirt habe, ſo fallen ſie jetzt etwas anders aus und ich bitte hiernach *Annalen*, XII, 314 zu ver beſſern. Die Dilatation während der 23° von 32 bis 55° F. beträgt nämlich wahrſcheinlich nur 49 (nicht 52,) und folglich die Dilatation der Luf vom Froſt- bis zum Siedepunkte nur 374, (nich

377,) ſolcher Theile, dergleichen Luft von 55° Wärme 1000 einnimmt. Dieſelbe Luft nimmt aber in der Temperatur des Froſtpunkts nur 951 ſolcher Theile ein. Giebt man daher dem Volumen der Luft bei der Temperatur des frierenden Waſſers 1000 Theile; ſo beträgt die Ausdehnung der Luft, wenn ſie vom Froſt- bis zum Siedepunkte erhitzt wird, Dalton's Verſuchen gemäſs, 393,3 Theile. Gay-Lüſſac's Verſuche geben nach meiner Correction derſelben für dieſe Dilatation 380,2 ſolcher Theile.

Die Reſultate beider Verſuche kommen hiernach einander zwar ſehr nahe, ſtimmen aber doch noch nicht ganz überein. Höchſt wahrſcheinlich iſt die kleine Disharmonie zwiſchen ihnen in dem Theile der Expanſion von 32° bis 55° F. zu ſuchen, die von Dalton nicht beobachtet, ſondern von mir aus den Dilatationen von 55° bis 133½° und von hier bis 212° F. gefolgert worden iſt. Die Beobachtung dieſer letzten Dilatationen iſt nicht ſo zuverläſſig, als die der ganzen Ausdehnung vom Froſt- bis zum Siedepunkte, und brauchte nur ein wenig anders zu ſeyn, um Dalton's Angabe mit der Gay-Lüſſac's völlig übereinſtimmend zu machen. Dalton ſelbſt führt überdies an, daſs bei ſeinen Verſuchen Verſchiedenheiten von 8 bis 9 Tauſendtheilchen vorgekommen ſind, ſtatt daſs bei Gay-Lüſſac's Verſuchen die gröſste Verſchiedenheit nur 2 Tauſendtheilchen beträgt, (*Annalen*, XII, 281;) ein Grund mehr, die Beſtim-

mung des letztern als die zuverläſſigere anzuſehen, beſonders nach der Correction derſelben, auf die ich in den *Annalen*, XII, 396, aufmerkſam gemacht habe. Endlich entfernt ſie ſich auch weniger als Dalton's Beſtimmung von den ſchon früher von andern Phyſikern mit Sorgfalt gemachten Beobachtungen über die Ausdehnung getrockneter Luft durch die Wärme.

2.

Hier noch im Detail das Reſultat der vorzüglichſten dieſer Beobachtungen, die theils zur Beurtheilung der Verſuche Gay-Luſſac's und Dalton's, theils zur Ergänzung deſſen dienen mögen, was Gay-Luſſac in den *Annalen*, XII, 261, von den Bemühungen der Phyſiker vor ihm zur Beſtimmung der Dilatation der Luft durch Wärme anführt. Stimmen meine Angaben mit denen in mehrern andern Werken, (beſonders in Kramp's *Analyſe des Refractions*, p. 7,) nicht überein, ſo liegt der Irrthum nicht in ihnen, da ich ſie aus den citirten Quellen ſelbſt geſchöpft habe.

Lambert fand durch zwei Verſuche, die er am 31ſten Januar 1776 bei einem Barometerſtande von 28″ 5‴ mittelſt eines genau calibrirten und ausgewognen Luftthermometers mit Queckſilber anſtellte, daſs, wenn er dem Volumen der Luft bei der Temperatur des gefrierenden Waſſers 1000 Theile gab, ſie in der Temperatur des ſiedenden Waſſers bei nicht verändertem Drucke ein Volumen von

1375 ſolchen Theilen würde eingenommen haben. Wegen der Ausdehnung des Queckſilbers war zwar dieſer Raum nach Lambert's Berechnung um 21 Theile zu vermindern; da aber auch das Glas ſich ausdehnte, und dadurch die ganze Capacität der Kugel und der Röhre vermehrte, (um wie viel, berechnet er nicht,) ſo glaubt Lambert 1370 als das wahre Volumen der Luft in der Siedehitze, bei unverändertem Drucke, annehmen zu dürfen. (Lambert's *Pyrometrie oder vom Maaſse des Feuers und der Wärme*, Berlin 1779, Seite 47.) Amontons eigne Beobachtungen mit ſeinem Luftthermometer ſetzen die Siedehitze des Waſſers bei 1417°, und die Beobachtungen eines niederländiſchen Phyſikers Crucquius, (*Philoſ. Transact.*, No. 381,) bei 1411° der Lambertſchen Scale. Dieſes ganze Inſtrument iſt indeſs zu genauen Beſtimmungen der Dilatation der Luft durch Wärme nicht recht zweckmäſsig, weil es dieſe Dilatation nur mittelbar giebt, und ſie von zu vielen ſchwer zu meſſenden Gröſsen abhängig macht.

Mehrere Phyſiker zogen daher mit Recht zu Verſuchen über die Ausdehnung der Luft durch Wärme Varignon's *Manometer* vor, welches aus einer calibrirten Röhre mit einer kleinen angeblaſenen Kugel beſteht, in welcher die Luft durch einen einzigen Tropfen Queckſilber geſperrt wird. Es iſt leichter zu behandeln als das Amontonſche Luftthermometer; giebt die Ausdehnung der Luft,

die darin in allen Graden der Ausdehnung unter demſelben Drucke bleibt, unmittelbar, und erfordert keine Correction wegen der Ausdehnung des Queckſilbers. Auf dieſe Art ſtellte 1758 Bonne ſeine Verſuche über die Dilatation der Luft durch Wärme, zum Behufe der Tafeln über die aſtronomiſche Strahlenbrechung an, und fand im Mittel aus 9 Verſuchen mit verſchiednen ſolchen Manometern das Volumen der Luft bei 0° und bei 80° R. im Verhältniſſe von 173 : 253, das iſt, von 1 : 1,462, (*Aſtronomie par La Lande*, T. 2, p. 545.) Dieſes, ſagt La Lande, ſtimme mit Fahrenheit's Angabe überein, und auch er habe darauf die Correctionstafel der mittlern Strahlenbrechung nach dem Thermometer gegründet. — Derſelben Art von Manometer bediente ſich General Roy bei ſeinen ſorgfältigen Unterſuchungen über die Ausdehnung der Luft durch Wärme, die insgeſammt bei 30 engl. Zoll Barometerſtand angeſtellt wurden, und bei denen er auch die Dilatation des Glaſes mit in Anſchlag brachte. Er fand die Dilatation der atmoſphäriſchen Luft, bei unveränderter Dichtigkeit derſelben, = 0,48421; bei $2\frac{1}{2}$mahliger Compreſſion = 0,434; bei der Dichtigkeit $\frac{5}{6}$ = 0,484; und bei der Dichtigkeit $\frac{1}{2}$ = 0,4415; (*Philoſ. Transact.*, Vol. 67, for 1777; *Samml. zur Phyſ. u. Naturgeſch.*, *Leipz.* 1779, B. 1, S. 576.) Dieſe Dilatationen ſind, (gleich den von Bonne beobachteten,) unſtreitig deshalb zu groſs, weil beide Phyſiker nicht darauf gedacht haben, die Luft in

der Manometerröhre aus aller Berührung mit tropfbarer Feuchtigkeit zu ſetzen. Sie können daher nicht gegen Dalton's und Gay-Lüſſac's Verſuche angeführt werden. Bei genauerer Beachtung der Umſtände, unter denen ſie angeſtellt wurden, möchten ſich daher auch wohl Gründe genug finden, um ſie eher für eine völlig gleiche Dilatabilität der Luft durch Wärme, bei ſehr verſchiedner Dichtigkeit, als für das Gegentheil, beweiſend zu finden.

Herr Oberkaplan Luz zu Gunzenhauſen fand, als er auf ganz ähnliche Art die Dilatation *erſtens* von Luft, die durch Salze getrocknet war, *zweitens* von trockner Luft, wie wir ſie in heiſsen Sommertagen bei etwa 50° Sauſſ. Hygrometerſtand haben, und *drittens* von ſogenannter ganz feuchter und mit Dünſten geſättigter Luft, von 10 zu 10 Grad Reaumür unterſuchte, die Dilatationen der atmoſphäriſchen Luft unter dieſen verſchiednen Umſtänden, wie folgt:

Wärme.	Getrocknete Luft.		Trockne Luft.		Ganz feuchte Luft.
0° R.	1	Diff.	1	Diff.	1
10	1,047	47	1,049	49	1,048
20	1,0965	49,5	1,102	53,5	1,111
30	1,1428	46,3	1,158	55,5	1,195
40	1,190	47,2	1,205	47	1,2905
50	1,238	48	1,252	47	1,373
60	1,286	48	1,299	47	
70	1,332	46	1,344	45	
80	1,3775	45,5	1,3835	39,5	
16⅔	1,0812		1,085		

Herr Luz hat diese Versuche mit noch gröfsrer Vorsicht als selbst Dalton angestellt; und ungeachtet er mit ihnen noch nicht zufrieden ist, so verdienen sie doch ganz vorzüglich beachtet zu werden. Die Art, wie er sich dabei benahm, findet man in seiner *vollständigen Beschreibung aller Barometer*, Nürnb. 1784, S. 416 f. Seine Manometerröhre war 15 Zoll lang und durchgängig 1 Linie weit, die daran geblasene Kugel so grofs, dafs ihr Volumen ungefähr das Doppelte der Röhre betrug, und das ganze Instrument war genau ausgewogen und nach Theilen des Inhalts der Kugel und der Röhre bis zum Nullpunkte, graduirt. Um alle Luft und Feuchtigkeit hinaus zu schaffen, kochte Herr Luz Queckfilber darin aus, füllte dann das Manometer mit der gegebnen Luft, indem er das Queckfilber in einem Gefäfse mit dieser Luft ausgofs, sperrte diese Luft durch eine Queckfilbersäule, die den Barometerstand, (der in Gunzenhausen meist nur 27″ ist,) bis zu 28″ ergänzte, und führte darauf diese Queckfilbersäule mittelst eines Eisendrahtes bis zum Nullpunkte herab, während die Kugel in schmelzendem Eise stand. Beim Versuche senkte er Kugel und Röhre bis an den Ort, wo das Queckfilber stand, in Wasser von der bestimmten Temperatur, welche mittelst eines Queckfilber-Thermometers beobachtet wurde, dessen Siedepunkt bei 27″ Barometerstand bestimmt war. Schon die Ansicht der Differenzreihen beweist, dafs der Versuch mit getrockneter Luft der zuverlässigste

und

und genaueſte iſt; ihn ſtellte Herr Luz auch nach den beiden andern an, alſo nachdem er mehr in der Verſuchsart geübt war. Er übertrifft das Reſultat der Gay-Lüſſacſchen Verſuche nur um $1\frac{1}{2}$ Tauſendtheil, und beſtätigt daher daſſelbe auf das beſte. Setzen wir wegen der Dilatation des Glaſes, die Luz nicht mit in Rechnung gebracht hat, noch 4,5 Theile hinzu, ſo iſt nach dieſem Verſuche des Herrn Luz die Dilatation getrockneter Luft vom Froſt- bis zum Siedepunkte 0,382. *) Der Verſuch mit ganz feuchter Luft zeigt offenbar die Einwirkung einer fremden ſehr anomalen Urſach.

Zehn Reaumüriſche Grade ſind gleich $22\frac{1}{2}$ Fahrenheitiſchen Graden. Da nun Herr Luz die Dilatation getrockneter Luft von 0° bis 10° R. = 0,047 gefunden hat, ſo muſs ſein Verſuch für die erſten 23° F. vom natürlichen Froſtpunkte bis 55° eine Ausdehnung von etwas mehr als 0,049 gegeben haben, welches genau mit meiner Berechnung nach Dalton's Verſuchen, (S. 266,) übereinſtimmt.

*) Wäre bei der Beſtimmung des Siedepunkts am Queckſilber-Thermometer, deſſen Herr Luz ſich zu dieſem Verſuche bediente, keine Correction wegen Reducirung des Barometerſtandes auf den Normalſtand angebracht worden, (wie es beinahe ſcheint,) ſo müſsten zu dieſer Dilatation noch 9 . 0,382 = 3,5 Theile zugeſetzt werden. (Luz von Barometern, Anhang, §. 33.) Das gäbe alſo eine Dilatation von 0,385, welche ziemlich in die Mitte zwiſchen Gay-Lüſſac's und Dalton's Beſtimmungen fällt.

Nach dem Verſuche des Herrn Luz ſteht ferner d
Dilatation von 10° bis 45° R., (54½ bis 133½° F.
zu der von 45° bis 80° R. in dem Verhältniſſe v
167 : 165,5 oder, (wegen der Ausdehnung des Gl
ſes,) von etwa 169 : 165,5. Dagegen verhalt
ſich nach Dalton die Dilatationen von 55° b
133½° F. und von da bis 212° F. zu einander w
167 : 158. Herrn Luz Verſuch beſtätigt folgli
Dalton's Behauptung, daſs das Queckſilber f
in höhern Temperaturen verhältnifsmäſsig ſtärk
als die Luft ausdehnt; *) nur giebt Dalton d
Unterſchied vielleicht etwas zu hoch an. Doch da
über werden uns die fernern Verſuche Gay-Lü
ſac's und Dalton's hoffentlich bald belehren.

Aufser den directen Verſuchen über die Au
dehnung der Luft durch Wärme beſitzen wir auc
einige ſchätzbare Reihen von Verſuchen, aus we

*) Der dritte Verſuch des Herrn Prof. Schmidt
(Gren's *Neues Journ. der Phyſik*, B. 4, S. 332,
ſcheint zwar das Umgekehrte zu beweiſen; ich h
be aber ſchon in den *Annalen*, XII, 282, die Grü
de angeführt, warum dieſer Verſuch weniger Z
trauen, als die hier erwähnten, verdient. Folge
der wichtige Verſuch des Herrn Prof. Schmid
(Gren, S. 335,) ſpricht deſto mehr für die B
hauptung Dalton's. Herr Schmidt trocknet
die Luft in gläſernen an Thermometerröhren g
blaſnen Kugeln von ¾ bis 1 Zoll Durchmeſſe
durch geglühtes Laugenſalz, erhitzte darauf die
Kugeln in einem Sandbade über einer Argandſche
Lampe bis zu gegebnen Temperaturen, verſchlo

chen ſich dieſes wichtige Datum *indirect* ergiebt, und die daher wenigſtens zur Prüfung der Reſultate directer Verſuche dienen können.

Richtet ſich die Dichtigkeit der Luft in der Atmoſphäre genau nach dem Mariottiſchen Geſetze, und beobachtet man das Barometer in zwei verſchiednen Höhen, ſo muſs, bei übrigens gleichen Umſtänden, der ſenkrechte Abſtand beider Höhen von einander dem Logarithmen des Quotienten beider Barometerſtände proportional ſeyn. De Luc fand aus einer groſsen Menge von Beobachtungen, daſs *erſtens* der Briggiſche Logarithme des Quotienten aus den Barometerſtänden 60000 mahl genommen, den Höhenunterſchied beider Stationen in pariſer Fuſsen möglichſt nahe giebt, für eine mittlere Temperatur zwiſchen beiden Höhen von $16\frac{1}{4}$° R.; und daſs *zweitens* für jeden Reaum. Grad einer gröſsern oder niedrigern mittlern Wärme der

ſie dann ſchnell mit Wachs, ſperrte ſie mit ausgekochtem Queckſilber, öffnete ſie dann und erkältete ſie bis zum Froſtpunkte. Durch dieſe, der Methode Gay-Luſſac's ſehr ähnliche Verſuchsart fand er, (wenn das Volumen der Luft in der Froſtkälte 1 geſetzt wird,) das Volumen der Luft bei 80° R. 1,3577, bei 160° 1,760, und bei einer Hitze, wobei die über die Flamme gehaltene Glaskugel anfing weich zu werden, 2,20. Die Dilatation des Queckſilbers war alſo eher bis zum Doppelten geſtiegen, als die der Luft, ungeachtet Herr Prof. Schmidt die Dilatation der Luft bis zu 80° Wärme beträchtlich zu klein fand.

gemeſſene Höhenunterſchied um $\frac{1}{215}$ gröſser oder geringer ſey, als ihn die Formel giebt. Daraus folgt, daſs Luft von $16\frac{3}{4}$° R. Wärme ihr Volumen für jeden Reaum. Grad Wärmeänderung um $\frac{1}{215}$tel = 0,00465 ändern müſſe. Wenn daher Luft und Queckſilber ſich durch Wärme gleichmäſsig ausdehnten, ſo würde hieraus folgen, daſs Luft bei einer Erwärmung vom Froſt- bis zum Siedepunkte ſich um $\frac{80}{215}$ = 0,372 Theilen des Volums, welches ſie bei $16\frac{3}{4}$° Wärme einnimmt, oder um 0,401 des Volums, welches ſie in der Froſtkälte hat, ausdehnt, und das iſt auch von mehrern Phyſikern hieraus gefolgert worden. Da aber die Dilatation des Queckſilbers bei gröſserer Wärme der der Luft voreilt, ſo entſpricht dieſer Beſtimmung de Lüc's eine geringere Dilatation der Luft vom Froſt bis zum Siedepunkte, und zwar, wenn man ungefähr nach Dalton's Verhältniſs der Dilatation in der erſten und in der andern Hälfte der Scale rechnet, eine Ausdehnung um höchſtens 0,388; ſo daſs alſo auch die Beobachtungen de Lüc's die Verſuche Dalton's und Gay-Luſſac's beſtätigen. *)

*) Umgekehrt dienen die letztern Verſuche, die Beobachtungen, auf die de Lüc ſeine Regel gründet, zu bewähren, und die de Lücſche Formel für Höhenmeſſungen gegen den Tadel und die Einwürfe Shuckburgh's und General Roy's in den *Philoſophical Transactions*, Vol. 67, for 1777, (*Leipz. Samml. zur Phyſik und Naturgeſchichte*, B. 1, S. 565 und 571,) zu vertheidigen. Dieſe beiden

Die *ſtrahlenbrechende Kraft der Luft* iſt höchſt wahrſcheinlich der Dichtigkeit der Luft genau proportional. Wird daher die Luft wärmer, ſo muſs die aſtronomiſche Strahlenbrechung unter übrigens gleichen Umſtänden in eben dem Verhältniſſe abnehmen, als die Luft durch die Wärme dilatirt

Phyſiker glauben nämlich gefunden zu haben, die mittlere Temperatur, für welche de Lüc's Formel unmittelbar gelte, ſey nicht 16¼° R., ſondern die Temperatur des natürlichen Froſtpunkts, (das gäbe eine zu geringe Dilatation für die Wärmeänderung von 0° bis 80° R.;) und beide folgern aus ihren Verſuchen, die Luft dehne ſich bei Erwärmung um 1° F. ſtärker aus, als es de Lüc's Regel anzuzeigen ſcheine, nämlich nicht um 0,00207 des Luftvolums von 16¼° R. oder um 0,00223 des Luftvolums von 0° Reaum. Wärme, ſondern, nach Shuckburgh, um 0,00243, und nach Roy um 0,00269 des Luftvolums in der Froſtkälte, (Angaben, die viel zu hoch ſind, während de Lüc's Beſtimmung der Wahrheit ſehr nahe kömmt.) Auch ſcheinen aus dieſen Gründen Trembley's und La Place's Veränderungen der de Lücſchen Regel, (Rhode *üb. La Place's neue Verbeſſ. der aus barometr. Beobacht. berechn. Berghöhen*, Halle 1803, S 22,) dieſer Regel ſelbſt ſchwerlich vorzuziehen zu ſeyn. Stimmt de Lüc's Formel nicht immer mit den Meſſungen überein, ſo liegt das wahrſcheinlich eher daran, daſs das Mittel aus den Temperaturen an beiden Stationen nicht immer die mittlere Temperatur der ganzen Luftſchicht zwiſchen beiden Stationen iſt, wie das nach de Lüc's Regel vorausgeſetzt wird, als an dieſer Regel ſelbſt.

wird. Auch ſie giebt daher ein Mittel an die Hand, um auf die Dilatation der Luft durch die Wärme zu ſchlieſsen. In Tobias Mayer's berühmter Formel für aſtronomiſche Strahlenbrechung, welche die Refraction für jeden Barometer- und Thermometerſtand ſo nahe übereinſtimmend mit der Erfahrung geben ſoll, daſs man die Abweichungen ganz überſehn könne,*) wird für jeden Grad des Reaum. Thermometers, um welchen die Luft wärmer als o° iſt, eine Ausdehnung der Luft von 0,0046 angenommen.**) Da weder Mayer ſelbſt über dieſe Formel etwas bekannt gemacht, noch ſich in ſeinen Papieren das geringſte über ſie gefunden hat, ſo iſt es nicht recht bekannt, woher er dieſe Beſtimmung entlehnt habe. Sein Sohn, Herr Hofrath Mayer, leitet ſie aus der de Lücſchen Regel für Höhenmeſſungen durch das Barometer ab.***) Da aber der Urheber derſelben ſchon 1762, das iſt, geraume Zeit eher ſtarb, als de Lüc ſeine phyſikaliſchen Unterſuchungen angefangen hatte, ſo können die Zahlbeſtimmungen in der Formel von Mayer wohl nur aus Beobachtungen der Strahlenbrechung ſelbſt ſeyn abgezogen worden. Hiermit ſtimmt auch die Ausſage bei La Caille und La

*) Joh. T. Mayer *de refractionibus aſtronomicis*, Altorfi 1781, p. 2.

**) *Eben daſelbſt*, p. 4.

***) *Eben daſelbſt*, p. 6.

Lande überein, dafs nach Mayer's Beobachtungen die aſtronomiſche Strahlenbrechung bei einer Lufttemperatur von 10° R. unter übrigens gleichen Umſtänden um $\frac{1}{20}$ ſtel kleiner ſey als bei einer Lufttemperatur von 0° R. *) Dieſer Beſtimmung gemäſs, ſtünden die Volumina einer gegebnen Luftmenge, unter übrigens gleichen Umſtänden, bei 0° und 10° R. zu einander in dem Verhältniſſe von 21 : 22 oder von 1 : 1,0457, welches etwas zu klein iſt, wie man aus Vergleichung dieſer Beſtimmung mit dem ſieht, was S. 271 angeführt iſt. Dilatirte ſich die Luft durchgehends gleichförmig mit dem Queckſilber, ſo gäbe das eine Dilatation vom Froſt- bis zum Siedepunkte um 0,3656. Lichtenberg fand indeſs bei Mayer's Thermometer den Siedepunkt mit $82\frac{1}{2}$° bezeichnet; wären bei ſeiner Angabe der Veränderung der Refraction durch die Wärme ſolche Grade zu verſtehn, ſo gäbe ſie unter der

*) *Eben daſ.*, p. 31, und *Hiſtoire des Mathématiques par Montucla, achevé par* La Lande, t. 4, p. 135. Herr Prof. Krayp, der dieſe Angabe Mayer's den Berechnungen in ſeiner *Analyſe des refractions* zum Grunde legt, nennt ſie p. 14 *un réſultat d'une infinité d'obſervations, faites par l'obſervateur le plus exacte et le plus infatigable de ſon ſiecle*, führt aber nicht an, was ihn hierzu berechtigt. — De Lüc ſelbſt entlehnt im zweiten Theile ſeiner Unterſuchungen über die Atmoſphäre, (S. 399 der deutſchen Ueberſetzung,) die Angabe Mayer's von La Caille.

vorhin angeführten Bedingung eine Dilatation der Luft vom Froft- bis zum Siedepunkte von 0,377, welches allerdings der Wahrheit ſehr nahe kömmt. La Caille nimmt eine viel geringere Veränderung der Strahlenbrechung durch die Wärme an, nämlich nur um $\frac{1}{27}$ für eine Wärmeänderung von 10° R., welches aber ohne Zweifel beträchtlich zu geringe iſt. Die analytiſche Formel La Grange's für die Refraction gründet ſich dagegen einigermaſsen auf de Lüc's Regel für Höhenbeſtimmungen durch das Barometer, in ſo fern nämlich aus ihr folgt, daſs die Wärme der Luft in höhern Stationen ſich nahe nach einer arithmetiſchen Proportion vermindert. (*Montucla*, t. 4, p. 134.)

3.

Ungeachtet der kleinen Differenz in der Gröſsen-Beſtimmung der Dilatation der Gasarten durch Wärme, ſtimmen die Verſuche Dalton's und Gay-Lüſſac's doch in der Hauptſache vollkommen überein, nämlich darin, daſs *alle Gasarten* bei gleichem Drucke und gleichem Volumen, ſofern ſie nur nicht mit tropfbarem Waſſer in Berührung ſtehn, (eine Bedingung, die auch bei dem Folgenden ſtets vorauszuſetzen iſt,) durch *gleiche Erwärmung genau um gleich viel* ausgedehnt werden. Beide Phyſiker dehnen dieſe Eigenſchaft ſelbſt auf alle *Dämpfe* aus, wozu Gay-Lüſſac ſich durch einen directen Verſuch mit Aetherdampf, Dalton durch das Verhalten der Dämpfe aller Art bei andern

Verſuchen berechtigt hält. *) Nach beiden haben daher alle elaſtiſchen Flüſſigkeiten, unter übrigens gleichen Umſtänden, durch die Wärme einerlei Expanſibilität. Das findet nicht bei den tropfbaren Flüſſigkeiten ſtatt. Dalton ſchlieſst hieraus mit Recht, daſs alſo nur die Expanſion der elaſtiſchen Flüſſigkeiten *lediglich* von der Wärme, die der tropfbar-flüſſigen Körper aber noch von andern Kräften abhängen müſſe, daſs folglich nur bei elaſtiſchen Flüſſigkeiten, unter übrigens gleichen Umſtänden, das Volumen *lediglich* durch die darin enthaltene Wärmemenge beſtimmt werde; daher nur ſie durch ihr Volumen unmittelbar die Menge der in dieſem Volumen enthaltnen Wärme anzuzeigen vermögen, nicht die tropfbaren Flüſſigkeiten, die insgeſammt durch die Wärme auf eine andre Art als die elaſtiſchen Flüſſigkeiten ausgedehnt werden, und in ihrer Expanſion durch Wärme mit dieſen nicht harmoniren.

Bis hierher, däucht mir, ſind die Schlüſſe, die Dalton's Behauptungen zum Grunde liegen, ſo klar, daſs man ſchwerlich etwas gegen ſie wird einwenden können, und auch Gay-Lüſſac ſcheint ſie nur der Fortſetzung ſeiner Abhandlung vorbehalten zu haben, (*Annalen*, XII, 291.) Nun aber

*) Dieſe ſehr wichtigen Verſuche, von denen in den *Annalen* ſchon mehrmahls die Rede geweſen iſt, werde ich dem Leſer zugleich mit einer Prüfung derſelben und mit nöthigen Commentarien, nächſtens im Zuſammenhange vorlegen.

entſteht die Frage: *nach welchen Geſetzen hängt das Volumen der elaſtiſchen Flüſſigkeiten von der in ihnen enthaltnen Wärmemenge ab?* Das führt theils auf die Vorſtellung eines *abſoluten Nullpunktes der Wärme*, oder eines möglichen gänzlichen Mangels an Wärmeſtoff in einer gegebnen Maſſe expanſibler Flüſſigkeit, (was aber wohl nur bloſſe Idee iſt,) und zweitens auf Vermuthungen über ein ſolches Geſetz, wonach das Volumen von der abſoluten Wärmemenge, (das iſt, von der Wärme, ſofern ſie von einem abſoluten Nullpunkte an gerechnet wird,) wahrſcheinlich abhängen möchte.

Schon Amontons ſtellte, durch ſeine Unterſuchungen über das Luftthermometer geleitet, den Satz auf, die *Wärme* ſey, unter übrigens gleichen Umſtänden, der *Elaſticität* der *Luft* proportional und laſſe ſich daher durch dieſe *meſſen*; *) ein Satz, bei dem indeſs, (wie Lambert in ſeiner Pyrometrie wiederhohlt erinnert,) nur von dem *Maaſse der Kraft der Wärme in gleich dichter Luft* die Rede iſt. Nun aber iſt die Elaſticität zweier Luftmengen, die von durchaus gleicher Art und gleicher Dichtigkeit ſind, dem Raume proportional, welchen gleiche Volumina von beiden einnehmen, wenn man ſie unter einerlei Druck verſetzt; in ſo fern kann alſo auch das Volumen, welches Luft von durchaus gleicher

*) *Découverte d'une nouvelle propriété de l'air, touchant ſon reſſort, et une nouvelle conſtruction du Thermomètre. Mém. de Paris, A.* 1702, p. 1 u. 155.

rt unter einerlei Druck einnehmen würde, zum *maaße der Wärme*, (d. h., der Kraft der Wärme gleichartiger und gleich dichter Luft,) dienen. raus folgert Amontons, dafs, falls die Kraft r Wärme o iſt, auch die Elaſticität der Wärme o yn, und zugleich das Volumen der Luft, [wenigtens als Luft,] o werden müſſe, dafs alſo die Luft der *abſoluten Kälte* ſo gut als gar keinen Raum nehmen könne, und dafs überhaupt die Ausdehung der Luft *nur von der Wärme herrühre*; *) eine hauptang, von welcher auch Dalton ausgeht, r die indeſs Amontons der triftigen Gründe och ſo viel nicht hatte, als der engliſche Phyſiker.

Lambert ſtimmt nicht nur dieſen Schlüſſen montons bei, ſondern geht ſelbſt noch weir, indem er die Grade des Amontonſchen Luftrmometers für Grade *wahrer* oder *abſoluter Wre* ausgiebt. **) Da indeſs bei einem höhern Stan-

*) So ſtellt wenigſtens Lambert in ſeiner Pyrometrie, S. 27 f., die Lehren von Amontons dar, welcher „der Erſte iſt, der alles dieſes eingeſehn, und ſchon 1702 der Pariſer Akademie vordemonſtrirt hat.“

**) „Amontons hat eigentlich darauf geſehn,“ (ſagt Lambert in ſeiner Pyrometrie, S. 105,) „dafs er die *wahren Grade der Wärme* oder ihrer *Kraft in gleich dichter Luft* beſtimmen konnte. Dieſe Abſicht war unſtreitig ſehr weſentlich. Amontons Schlüſſe ſind auch ſehr richtig. Wolf nahm ſie bereits in ſeine Aerometrie auf, und auch nachher ſind ſie immer gebraucht worden. Nur woll-

de des Lufthermometers die Luft in der Kugel ſich unter einem gröſsern Drucke befindet, und alſo im Verhältniſſe dieſes Drucks dichter ſeyn würde, wenn nicht die Wärme ihre Elaſticität um ſo viel erhöhte, daſs ſie deſſen ungeachtet nahe bei einerlei Volumen und Dichtigkeit bleibt; — ſo zweifle ich, daſs gleich groſse Grade des Lufthermometers wirklich gleiche Zunahmen der Elaſticität in *gleich*

te man den Schluſs von Graden der Wärme in der Luft auf Grade der Wärme überhaupt nicht ſo unbedingt gelten laſſen.“ Und Pyrometrie S. 54: „Indem man Thermometerſcalen ſuchte, die nicht bloſs den Grad der Ausdehnung, ſondern die *eigentlichen Grade der Wärme* anzeigen ſollten, vergaſs man, daſs man das bereits am Amontonsſchen Lufthermometer hatte. Bei der Wärme kommt es auf die *Menge*, die *Dichtigkeit*, die *Kraft* der Feuertheilchen an, und dieſe drei Stücke ſind in verſchiednen Körpern ſo ſehr verſchieden, daſs man auf jedes beſonders Rückſicht nehmen muſs. Nun war man ſchon gewohnt, zu urtheilen, daſs z. B. verſchiedne Materien einerlei Grad von Wärme haben, wenn ein Thermometer in ihnen einerlei Grad der Ausdehnung anzeigt; es konnte daher hier nur *von der Kraft der Wärme* die Rede ſeyn, welche in wärmern Körpern gröſser iſt, und macht, daſs die Wärme ſich aus ihnen in die minder warmen zieht, bis beide gleich warm ſind. Und das *Maaſs dieſer Kraft in gleich dichter Luft* iſt durch den Amontonsſchen Lehrſatz ſehr gut und richtig beſtimmt. So hatte man alſo wirklich ſchon das *wahre Maaſs von den Graden der Wärme*.“

dichter Luft, (und nicht vielmehr in Luft, deren Dichtigkeit dem Stande des Lufthermometers ſelbſt proportional iſt,) anzeigen. Und iſt das, ſo können ſie wohl nicht ſo geradezu als wahres Maaſs der Kraft der Wärme angeſehn werden. So wie bei gleicher Dichtigkeit die Kraft der Wärme der Elaſticität der Luft proportional iſt, ſo ſcheint bei gleicher Elaſticität, aber ungleicher Dichtigkeit der Luft, die Kraft der Wärme um ſo gröſſer zu ſeyn, je dünner die Luft iſt, da dann $W = \frac{E}{D}$ oder die Kraft der Wärme direct der abſoluten Elaſticität und indirect der Dichtigkeit der Luft proportional ſeyn würde. Dieſem Geſetze gemäſs müſste das Lufthermometer, wie es mir ſcheint, graduirt ſeyn, ſollte es in der That *wahre Grade der Wärme* oder vielmehr der Kraft der Wärme in gleich dichter Luft anzeigen, und nur mittelſt dieſes Geſetzes lieſsen ſich mit einiger Wahrſcheinlichkeit Rechnungen über den *abſoluten Nullpunkt der Wärme* anſtellen, den einige ſehr fälſchlich, Amontons Lehrſatze gemäſs, 422° F. unter dem Froſtpunkte ſuchen zu dürfen geglaubt haben. *)

Dieſes Geſetz beträfe indeſs doch immer nur die *Kraft der Wärme*, nicht die *Menge der Wärme* in einem gegebnen Luftraume. Wie dieſe beiden Momente von einander abhängen, darüber ſtellt Dalton eine Hypotheſe auf, welche für die Pyro-

*) Siehe Prof. Lempe's Beitrag zur Aerometrie in Gren's *Journal der Phyſik*, B. 7, S. 173.

metrie höchſt wichtig werden würde, wenn ſie ſich durchgängig beſtätigen ſollte, um ſo mehr, da ſie ſehr einfach iſt und, ſo viel ich weiſs, noch kein Phyſiker Vermuthungen über dieſe Sache gewagt hat. Die Menge der Wärme in einer gegebnen Luftmaſſe, die unter einem gegebnen Drucke ſteht, glaubt er, müſſe nach der Repulſivkraft geſchätzt werden, welche jedes Lufttheilchen, (folglich auch das ganze Luftvolum,) unter gleichen Umſtänden äuſsert, und dieſe Repulſivkraft müſſe, weil ſie linear iſt, der *Kubikwurzel* aus den ähnlichen körperlichen Räumen, welche die zu jedem Lufttheilchen gehörige Wärmemenge unter gleichem Drucke einnehme, (alſo auch der Kubikwurzel aus dem geſammten Luftvolum,) proportional ſeyn. Da Dalton ſelbſt im folgenden Aufſatze uns von dieſer Hypotheſe, und von dem wahren Maaſse und dem abſoluten Nullpunkte der Wärme unterhält, in ſo fern beide durch ſeine Hypotheſe beſtimmt werden, auch wahrſcheinlich noch mehrmahls darauf zurückkommen wird, ſo laſſe ich mich hier in kein weiteres Detail über alles dieſes ein; es iſt mir genug, wenn dieſe Ueberlegungen den Leſer für die folgereichen Speculationen Dalton's mehr intereſſiren.

III.

Ueber den abſoluten Nullpunkt der Wärme und verwandte Betrachtungen.

Aus einem Briefe von JOHN DALTON. *)

Mancheſter den 20ſten April 1803.

In meinem Verſuche über die Ausdehnung der elaſtiſchen Flüſſigkeiten durch die Wärme, [*Annalen*, XII, 316,] ſtellte ich die Hypotheſe auf: „die Repulſivkraft jedes Gastheilchens ſey, bei einem „gegebnen unveränderlichen Drucke, genau proportional der ganzen Wärmemenge, die mit dem Theilchen verbunden iſt.“ Nun hatte ich gefunden, daſs jede elaſtiſche Flüſſigkeit, die bei 55° F. Wärme einen Raum von 1000 Theilen einnimmt, ſich bei einer Erwärmung bis auf 212° F., unter gleichbleibendem Drucke, bis zu einem Volumen von 1325 Theilen ausdehnt. Es müſste daher, unter jener Hypotheſe, die Wärmemenge in Luft von 55° ſich verhalten zu der Wärmemenge in derſelben Luft bei 212°, wie $\sqrt{1000} : \sqrt{1325}$ oder wie 1 : 1,0983446, woraus folgen würde, daſs das *abſolute Null der Wärme* 1573° F. unter dem natürlichen Froſtpunkte liegt. **)

*) Nicholſon's *Journal*, Vol. 5, p. 34. *d. H.*

**) So iſt dieſe Beſtimmung in den *Annalen*, XII, 316, zu verbeſſern, wo Dalton dieſen Nullpunkt nur

Hiergegen wendet ein ungenannter Correſpondent in Nicholſon's *Journal*, Vol. 4, p. 221, Folgendes ein: Da ſich, meiner Beſtimmung nach, die Luft während der erſten $78\frac{1}{2}°$ von 55° bis 212° des Fahrenh. Queckſilberthermometers, um 0,167, während der übrigen $78\frac{1}{2}°$ aber nur um 0,158 ausdehne; ſo erhalte man, wenn man dieſe Data zum Grunde lege und *nach meiner Hypotheſe* rechne, zwei andre abſolute Nullpunkte der Wärme, nämlich 1714° und 1486° unter dem Gefrierpunkte des Waſſers. Und dieſe widerſtreitenden Reſultate, meint er, widerlegten entweder meine Hypotheſe, oder ſchienen gegen die Genauigkeit meiner Verſuche zu zeugen. — Er erlaube mir indeſs, zu bemerken, daſs die beiden letztern Reſultate *nicht* aus meiner Hypotheſe abgeleitet ſind, ſondern vielmehr aus einer andern, welche mit ihr gänzlich unvereinbar iſt, nämlich der, daſs das Queckſilberthermometer ein genauer Wärmemeſſer ſey. Wenn, wie meine Hypotheſe ausſagt, die wahre Temperatur den Kubikwurzeln der Luftvoluminum proportional iſt, ſo müſste ein Thermometer, das gleiche

ungefähr, nach dem Verhältniſſe von 10 : 11, berechnete, und daher 1547° ſtatt 1573° erhielt. *Eben daſelbſt*, S. 398, iſt 1588° ſtatt 1598° zu ſetzen. Die Beſtimmungen dieſes Nullpunkts aus der Dilatation der Luft durch Wärme von 55° bis 212° nach Dalton, und von 32° bis 212° nach Gay-Lüſſac kommen alſo einander ziemlich nahe. *d. H.*

che Zunahmen von Wärme durch ſeine Grade anzeigte, und übrigens nach Fahrenheit's Art eingetheilt wäre, auf 139,5° ſtehen, wenn das Fahrenh. Queckſilber-Thermometer auf 133½° ſteht.

Ehe ſich über den Werth meiner Hypotheſe entſcheiden läſst, müſſen wir einen völlig richtigen Wärmemeſſer haben, der uns gleiche Veränderungen der Wärme angiebt. Ein ſolcher iſt das nach gleichen Theilen graduirte Queckſilber-Thermometer keineswegs. De Lüc hat gezeigt, daſs das wahre Mittel zwiſchen der Froſt- und Siedewärme einige Grade unter 122° $\left(=\frac{32+212}{2}\right)$ dieſer Scale liegt. Selbſt Dr. Crawford, der offenbar unter allen das gröſste Verlangen hatte, im Queckſilber-Thermometer einen genauen Wärmemeſſer zu finden, zog aus einer Menge von Verſuchen, die alle dahin übereinſtimmten, daſs das Queckſilber in hohen Temperaturen ſich ſtärker als in niedern ausdehne, den Schluſs, das Queckſilber-Thermometer ſey *beinahe* ein genauer Wärmemeſſer. *) Nun aber iſt dargethan worden, daſs alle elaſtiſchen Flüſſigkeiten einerlei Geſetz der Expanſion durch Wärme, ſo wie auch bei Verminderung des Drucks befolgen. Warum ſollte nicht auch daſſelbe bei tropfbaren Flüſſigkeiten ſtatt finden?

Ich hoffe binnen kurzem im Stande zu ſeyn, zu beweiſen, daſs *Waſſer* und *Queckſilber*, jedes von

*) Man vergleiche hiermit S. 273. *d. H.*

ſeinem Froſtpunkte an, bis zu ſeinem Siedepunkte hinauf, in dem Geſetze oder dem Verhältniſſe, nach welchem ſie ſich ausdehnen, genau übereinſtimmen. Und doch findet gerade zwiſchen dieſen beiden Flüſſigkeiten, dem Anſcheine nach, die gröſste Verſchiedenheit ſtatt. In der That würde es eine beiſpielloſe Anomalie, und mit der Einfachheit der übrigen Naturgeſetze unvereinbar ſeyn, wenn das Queckſilber allein eine Ausnahme von einem allgemeinen Geſetze machen ſollte, nach welchem ſich alle andern tropfbaren Flüſſigkeiten ausdehnen, *nicht gleichförmig*, ſondern *zunehmend*, bei gleichen Incrementen von Wärme.

Die Wahrheit iſt, wie ich glaube, daſs dieſelbe Menge von Wärme, welche das Queckſilber-Thermometer um den Gefrierpunkt (des Waſſers) um 2° ſteigen macht, es um den Siedepunkt 3° anſteigen macht. Ein Queckſilber-Thermometer, das nach meiner Hypotheſe graduirt würde, nach welcher die Incremente von Wärme ſich wie die Kubikwurzeln der manometriſchen Räume verhalten, (eine Gradation, welche von der gewöhnlichen nach gleichen Theilen, innerhalb der 80° vom Froſt- bis zum Siedepunkte des Waſſers nirgends über 7° abwiche,) würde, ſo viel ich einſehe, bei Vermiſchung von warmen und kaltem Waſſer in allen Fällen die wahre mittlere Temperatur angeben; wenigſtens bin ich bis jetzt noch

nicht im Stande gewesen, die geringste Abweichung aufzufinden. *)

Was den Widerstreit betrifft, den Seguin in den Resultaten der Versuche zur Bestimmung des wahren Nullpunkts der Wärme findet, **) so kann dieser aus einer irrigen Theorie oder aus irrigen Versuchen entspringen. Ich bin geneigt, das letztere

*) Schon Renaldini schlug vor, durch Mischungen von kaltem und siedendem Wasser nach stufenweise fortgehenden Verhältnissen die Weingeist-Thermometer zu graduiren, um eine Scale nach stufenweise fortgehenden Wärmegraden zu erhalten, weil es sehr zweifelhaft sey, ob auch die eigentlichen Grade der Wärme den Graden der Ausdehnung des Weingeistes wirklich proportional sind, (Lambert's *Pyrometrie*, S. 52.) Hätte Renaldini diesen Vorschlag ausgeführt, so wäre also vielleicht schon damahls eine mit der von Dalton empfohlnen Scale völlig übereinstimmende üblich geworden. *d. H.*

**) *Second Mémoire sur le Calorique par Seguin*, (*Annales de Chimie*, t. 5, p. 231,) *Chap.* 6, *Observations sur la déterm. du zéro réel.* Der Correspondent in Nicholson's *Journal* zieht aus dem Aufsatze Seguin's folgende Bestimmungen des absoluten Nullpunktes der Wärme, in Fahrenheitische Grade *unter* dem Gefrierpunkte des Wassers, (+ 32° F.,) aus, die, zufolge des bekannten Theorems des Dr. Irvine in Glasgow, aus den verschiednen Versuchen berechnet seyn sollen. Nach den Versuchen Lavoisier's und La Place's mit einer Mischung

zu glauben. Die Wärmelehre, wie Dr. Irvine und Dr. Crawford sie vorgetragen haben, verglichen mit der jetzt herrschenden, doch, wie ich glaube, ungegründeten Unterscheidung zwischen *gebundener* und *ungebundener* oder freier Wärme, scheint mir so ausserordentlich viel einfacher zu seyn, dass es mir sehr leid thun würde, sie aufgeben zu müssen; nur deutliche Beweise, dass sie mit den Phänomenen unvereinbar ist, könnten mich dazu bewegen. *)

aus 9 Th. Wasser und 16 Th. gebr. Kalk		3458½
aus 4 Th. Schwefelsäure und 3 Th. Wasser		7292½
aus 4 Th. Schwefelsäure und 5 Th. Wasser		2630½
Nach Lavoisier's Verbrennung	des Phosphors	1894½
	der Kohle	2709
	des Wasserstoffgas	1662½
Nach Crawford's Verbrennung des Wasserstoffgas		1532
Wenn, wie Kirwan fand, die Capacitäten von Wasser und Eis sich verhalten wie 1 : 0,9		1350

Der Correspondent glaubt, hieraus folge zum mindesten, dass Dr. Irvine's Voraussetzung falsch sey. *d. H.*

*) Eine Aeusserung, die sich wahrscheinlich auf Henry's Aufsatz über die Wärmelehre bezieht, den die Leser aus den *Annalen*, XII, 552, (vergl. S. 563 f.,) kennen. *d. H.*

IV.

VERSUCHE
über die Ausdehnung des Waſſers durch Wärme,

von

JOHN DALTON,
in Manchester. *)

Um *erſtens* den Wärmegrad, bei welchem Waſſer die gröſste Dichtigkeit hat, und *zweitens* die Ausdehnung des Waſſers von dieſer Temperatur an herwärts, bis es friert, mit möglichſter Genauigkeit zu beſtimmen, bediente ich mich einer Thermometerröhre mit angeblaſner Kugel, die, wäre ſie zu einem Queckſilberthermometer vorgerichtet worden, eine Scale von vollen 10 Zollen vom Froſtpunkte zum Siedepunkte gegeben haben würde. In dieſe füllte ich reines Waſſer, und graduirte dieſe Art von Waſſerthermometer nach einem genauen Queckſilberthermometer, indem ich beide in ein Gefäſs voll Waſſer ſetzte, worin das Waſſer umgerührt wurde, und ſo mit Waſſer von verſchiednen Temperaturen verfuhr. Da bekannter Maſsen Waſſer ſich nicht im Verhältniſſe der Erwärmung

*) Aus ſeiner im Jahre 1799 geſchriebnen Abhandlung über die Kraft der Flüſſigkeiten, Wärme zu leiten, *Mem. of Manchester*, V. 5, P. 2, p. 374; ſiehe oben S. 184, Anm. *d. H.*

ausdehnt, so giebt es nicht, gleich dem Queckſilber, eine Scale von gleichen Theilen.

Durch wiederhohlte Verſuche, die in ihren Reſultaten übereinſtimmen, finde ich, daſs ſich das Waſſerthermometer in dem niedrigſten Stande, deſſen es fähig iſt, bei $42\frac{1}{2}°$ des Fahrenh. Queckſilberthermometers befindet, und daſs folglich Waſſer bei dieſer Temperatur die gröſste Dichtigkeit hat. Von 41° bis 44° einſchlieſslich, iſt die Veränderung in der Ausdehnung des Waſſers ſo geringe, daſs ſie nur eben noch an der Scale bemerkbar war; unter 41° herab und über 44° hinauf nimmt ſie dagegen nach wachſenden Verhältniſſen zu, und bei 32° betrug ſie ſchon $\frac{1}{4}$ Zoll, oder ungefähr $\frac{1}{166}$ der ganzen Ausdehnung von 42,5° bis 212° oder dem Siedepunkte.

Bei dieſer Unterſuchung zog beſonders der Umſtand meine Aufmerkſamkeit auf ſich, daſs die Ausdehnung des Waſſers für gleich viel Grade vom Punkte der gröſsten Dichtigkeit an gerechnet, gleich viel ob ſie oberhalb oder unterhalb deſſelben lagen, immer gleich groſs war. So z. B. fand ich, daſs die Zunahme der Ausdehnung bei 32° genau ſo groſs war als bei 53°; jene Temperatur iſt $10\frac{1}{2}°$ geringer, und dieſe genau $10\frac{1}{2}°$ gröſser als $42\frac{1}{2}°$. Daſſelbe fand für alle Zwiſchengrade nach beiden Seiten zu ſtatt. Stand daher das Waſſerthermometer auf 53°, ſo lieſs ſich, ohne daſs man Gründe anders woher genommen hätte, nicht ausmachen, ob die Temperatur wirklich 53° oder 32° war.

Ich erinnerte mich aus den *Philoſ. Transactions* niger Verſuche des Dr. Blagden, in denen Waſ- bis auf 22° oder 21° herab erkältet worden war, ne zu frieren. Voll Begierde, zu ſehn, ob dieſes ſetz der Ausdehnung auch unter den Froſtpunkt rab, bis zum Frieren des Waſſers gelte, wagte das Waſſerthermometer daran, und tauchte es, achdem es zuvor bis zum Froſtpunkte erkältet r, alſo auf 32° = 53° ſtand,) in eine Froſtmi- ung aus Schnee und Salz, deren Temperatur gefähr 25° unter dem Gefrierpunkte war, in der wartung, die Kugel werde, wenn das Frieren ötzlich eintritt, zerſprengt werden. Es ſtieg an- gs langſam, dann aber mit zunehmender Ge- hwindigkeit über 69° und 70° hinaus. Nun zog es aus der Froſtmiſchung, um zu ſehn, ob in r Kugel Eis wäre, ſie war aber noch vollkommen rchſichtig. Ich tauchte es daher wieder hinein, d es ſtieg wie zuvor bis auf 75°; dann aber ſprang in einem Augenblicke bis auf 128°, und da ich in dieſem Augenblicke heraushob, erſchien e Kugel weiſs und durchſichtig, indem nun das aſſer gefroren war. Glücklicher Weiſe war die ugel nicht geplatzt, auch nichts von der Flüſſig- eit, die auf den höchſten Punkt der Scale ſtieg, rch die oben offne Röhre herausgeſpritzt wor- n. Als ich die Kugel in die Hand nahm, hmolz das Eis, und das Waſſer nahm bei glei- er Wärme genau wieder einen gleichen Stand ie zuvor an.

Ich wiederhohlte diesen Versuch mit verschiedenen Abänderungen, unter Verlust einiger Wasserthermometer. Aus ihnen ergab sich, dass Wasser unter solchen Umständen nicht blos bis auf 32°, sondern bis auf 5° oder 6° F. erkältet werden kann, ohne zu *frieren*, und dass das obige Gesetz der Ausdehnung in allen Theilen der Scale gilt, von $42\frac{1}{2}$° bis 10° und tiefer herab, so dass Wasser von 10° F. und von 75° F. Wärme dieselbe Dichtigkeit hat.

Doch, die Entdeckung dieses merkwürdigen Gesetzes, und diese bisher unbekannte Eigenschaft des Wassers, gehören nicht eigentlich hierher, weshalb ich für jetzt davon abbreche. — —

V.

n den Methoden, die Ausdehnung der Flüſſigkeiten durch Wärme zu beſtimmen,

von

G. G. Hällström,
Profeſſor der Phyſik zu Abo. *)

Mehrere Phyſiker behaupten, die gröſste Verdichtung und das gröſste ſpecifiſche Gewicht des Waſſers habe bei + 5° Temperatur, nach Celſius Thermometer, [4° R. oder 41° F.,] ſtatt, und nehme mit erhöhter und verringerter Temperatur ab. **) Die Verſuche zum Beweiſe dieſes Satzes ſind auf zwei verſchiedne Arten angeſtellt worden. De Lüc ſchloſs Waſſer in eine Thermometerröhre ein, und verglich die Ausdehnung deſſelben in verſchiednen Temperaturen mit der Aus-

*) Ausgezogen von Herrn Adj. Droyſen in Greifswalde aus der *Diſſertatio phyſica de methodis inveniendi dilatationes liquidarum a calorico. Praeſ.* Hällſtröm, *Phyſ. Prof.*, *Reſp.* Palander. *Aboae* 1801. *d. H.*

**) De Lüc *über die Atmoſphäre*, T. 1, p. 439; Blagden, *Philoſ. Transact.*, Vol. 73, p. 311. — Schmidt in Gren's *Neuem Journal der Phyſik*, B. 1, S. 228. Lefevre-Guineau, *Journal de Phyſ.*, T. VI, p. 169. — Graf Rumford, *Annalen*, B. 1, St. 2, S. 239. *H.*

dehnung des Queckſilbers. Schmidt und Lefevre-Gineau beobachteten die Veränderungen des ſpecifiſchen Gewichts erwärmter Flüſſigkeiten und fanden ſo die Dichtigkeiten der Flüſſigkeiten in den verſchiednen Temperaturen durch Hülfe eines eingetauchten gläſernen Körpers. Hierbey wurde die Ausdehnung oder Zuſammenziehung des Glaſes, welches im erſten Falle das Waſſer einſchloſs, im letztern vom Waſſer umgeben wurde, vernachläſſigt. Deshalb hält es Prony,*) Monge's Meinung gemäſs, für wahrſcheinlich, daſs der Raum des Waſſers vom Siede- bis zum Gefrierpunkte hinunter, ſich in der That immerfort vermindere, und erſt hier die Verminderung aufhöre; daſs aber die Verdichtung des Glaſes, worin ſich das Waſſer befindet, zunehme, und daſs es bloſs daher komme, daſs der Raum des Waſſers über dem Gefrierpunkte am geringſten ſcheine. Nicholſon ſcheint auch zu glauben, daſs auf die erwähnte Weiſe nicht beſtimmt werden könne, ob das Waſſer einige Grade über dem Gefrierpunkte am meiſten verdichtet ſey, und behauptet, daſs Graf Rumford's Verſuch der einzige ſey, woraus dies abgeleitet werden könne.**) Von Arnim erklärt dies auf eine andre Weiſe, und behauptet, daſs der Unterſchied der Ausdehnung des Glaſes und Waſſers ſowohl

*) Neue *Architectura hydraulica* von Prony, überſ. v. Langsdorf, 1794, Th. 1, B. 1, S. 280, Note. H.

**) *Annalen*, 1799, B. 2, St. 3, S. 281. H.

nach de Luc's als Schmidt's Methode erhalten werden könne, und fügt hinzu, dafs vielleicht die Verdichtung des Glafes gleichförmig fey, die des Waffers aber immer mehr und mehr abnehme, und befürchtet fo eine eben fo irrige Folgerung aus diefen Verfuchen, als die war, worein man ehemahls, bei den erften Beobachtungen der verminderten Höhe des Queckfilbers im Thermometer, wenn man es plötzlich in warmes Waffer tauchte, gerieth. *)

Der wichtigen Folgerungen **) wegen verdient die Sache Aufmerkfamkeit; und da es den angeführten Verfuchen zum Tadel gereicht, dafs in ihnen die *Ausdehnung des Glafes durch die Wärme* fo klein angenommen ift, dafs fie gar nicht in Betracht gezogen wird, fo fchien es nothwendig, die Wirkung diefer Ausdehnung in den angeftellten Verfuchen zu berechnen.

Wenn der Raum des Glafes durch eindringende Wärme vermehrt wird, fo gefchieht die Ausdehnung nach allen Seiten, fo dafs, wenn eine Dimenfion bei der Temperatur des gefrierenden Waffers a Theile hat, bei m° Temperatur, (immer Celfius Thermometer verftanden,) diefe durch die Wärme ausgedehnte Dimenfion, die Länge $\left(1 + \frac{(326 + 2m)m}{62500000}\right) a$ hat. ***)

*) Siehe *Annalen*, B. 5, St. 1, S. 65. *H.*

**) S. *Ann.*, B. 1, St. 2, S. 214; St. 4, S. 436. *H.*

***) Nach einer andern Difsertation: *De interpolatione pro determinanda vitrei dilatatione a calorico*,

Nun ist nur zu untersuchen, wie diese Ausdehnung die Capacität eines gläsernen Cylinders oder einer gläsernen Kugel verändert. Zwar behauptet Leutmann,*) durch die Ausdehnung des Glases werde der äussere Theil der Kugel weiter, der innere enger; und bei der Zusammenziehung geschehe das Gegentheil, die innere Seite werde erweitert, die äussere verengert. Dies zeigt sich bei genauerer Untersuchung aber als falsch. Man denke sich einen gläsernen Cylinder, dessen cylindrische Höhlung eine Achse hat, die mit der Achse des Cylinders zusammenfällt, und der durch eine auf der Achse senkrechte Ebene durchschnitten wird. Die Durchschnitte dieser Ebene sind concentrische Kreise und die Ausdehnung muss als in der Peripherie dieser Kreise enthalten angesehen werden.

Es sey in der Temperatur des gefrierenden Wassers der Radius des grösern Kreises $= R$, des kleinern $= r$, und das Verhältniss der Peripherie zum Radius $\pi : 1$; so wird die Peripherie des grösern Kreises $= 2\pi R$; bei $m°$ Wärme $= 2\left(1 + \frac{(325 + 2m)\,m}{62500000}\right)\pi R$, und also der Radius derselben $= \left(1 + \frac{(325 + 2m)\,m}{62500000}\right) R$, wohin auch das

Hällström. Snellmann. Aboae, 1801. worin der Verf. aus de Lüc's Beobachtungen in den *Philos. Transact.*, Vol. 68, 1778, P. 1, p. 478, durch Rechnung diese Formel gefunden hat. *D.*

*) *Comment. A. S. imp. Petrop.*, T. IV, 1729, p. 220. *H.*

Glas in dieſem Verhältniſſe ausgedehnt werden mag. Daher wird auch die Länge des gläſernen Ringes, welche bei $0^\circ = R - r$ war, bei einer Erwärmung bis auf m° in folgende $\left(1 + \frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right)(R - r)$ verwandelt. Wird dieſe vom Radius des äuſsern ausgedehnten Kreiſes abgezogen, ſo bleibt der Radius des innern Kreiſes, nach der Ausdehnung, übrig $= \left(1 + \frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right) r$, worein durch die Ausdehnung des Glaſes der Radius der innern Höhle $= r$ verwandelt iſt. Dieſem Radius aber entſpricht die Peripherie $= 2\left(1 + \frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right)\pi r$, welche Länge alſo die Peripherie des innern Kreiſes durch die Ausdehnung des Glaſes erhalten hat. Daſſelbe gilt aber von allen Durchſchnitten, die ſenkrecht auf der Länge des Cylinders ſtehen; daher muſs, ſo lange m poſitiv genommen wird, das heiſst, ſo lange m Wärmegrade des Thermometers bedeutet, die Gröſse $\left(\frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right)$ poſitiv, und alſo $\left(1 + \frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right) r > r$ ſeyn. Ferner erhellet hieraus, daſs die Weite des Cylinders immer wachſe, wenn die Wände deſſelben durch die Wärme ausgedehnt werden. Wenn hingegen m negativ geworden iſt, (alſo Grade der Kälte bedeutet,) ſo iſt die Gröſse $\left(\frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right)$ immer negativ, und alſo $\left(1 + \frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right) r < r$. Es wird alſo die Weite des Cylinders immer verengert, ſobald die Wän-

de durch die Kälte verdichtet werden. Was aber die Länge des Cylinders betrifft, ſo muſs ſie, wenn ſie bei $0^\circ = a$ iſt, bei m° Wärme $= \left(1 + \frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right) a$ ſeyn.

Nach dieſen Vorausſetzungen kommen wir nun zur Beſtimmung des Inhalts der *cylindriſchen Höhlung* nach der Ausdehnung oder Zuſammenziehung. Es iſt nämlich der Radius der Höhlung nach der Ausdehnung $= \left(1 + \frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right) r$, und alſo der Flächeninhalt $= \left(1 + \frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right)^2 \pi r^2$. Die Länge mit der Länge des ganzen Cylinders $= \left(1 + \frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right) a$ multiplicirt, giebt die Weite der ganzen Höhlung $= \left(1 + \frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right)^3 \pi a r^2$. Daraus ergiebt ſich, daſs ſich die Weite des Cylinders in der Temperatur des gefrierenden Waſſers zu ſeiner Weite bei m° Wärme verhält $= \pi a r^2 : \left(1 + \frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right)^3 \pi a r^2$, das iſt, $= 1 : \left(1 + \frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right)^3$.

Wenn eine *hohle gläſerne Kugel* durch eine Ebene, die durch den Mittelpunkt geht, geſchnitten wird, ſo giebt der Durchſchnitt einen Ring zwiſchen 2 concentriſchen Kreiſen. Setzen wir den Radius des innern Kreiſes bei 0° Temperatur $= \rho$, ſo wird deſſen Länge nach der Ausdehnung des Glaſes durch m° Wärme $= \left(1 + \frac{(325 + 2m)m}{62500000}\right) \rho$. Es

ſs ſich alſo die Capacität der Kugel bei o° Temratur, zu der bei m° Wärme verhalten, wie
: $\left(1 + \frac{(325 + 2m)\,m}{62500000}\right)^3 \rho^3$, das iſt, wie
: $\left(1 + \frac{(325 + 2m)\,m}{62500000}\right)^3$. Nach dieſem Verhältſe wird die Capacität durch Grade der Wärme rmehrt, durch Grade der Kälte vermindert.

Es ſei nun bei o° Temperatur der Raum einer einem thermometriſchen Gefäſse eingeſchloſsnen ſſigkeit $= c^3$, und ſie fülle die Kugel und die ge der cylindriſchen Röhre a völlig aus; ſo rd $c^3 = \frac{4}{3}\pi\rho^3 + \pi a r^2$. Man nehme ferner an, ſs c^3 bei m° Wärme ſo zugenommen habe, daſs Volumen der Flüſſigkeit nun $= (1+\gamma)^3 c^3$ y, und zugleich mögen ſich die gläſernen Wäne ausgedehnt haben. Setzen wir endlich noch $= \left(\frac{(325 + 2m)\,m}{62500000}\right)$ und die bei m° Wärme beobtete Länge der Flüſſigkeit $= a'$, ſo iſt dann $(1+\gamma)^3 c^3 = \frac{4}{3}(1+n)^3\pi\rho^3 + (1+n)^2\pi a' r^2$;
olglich $(1+\gamma)^3 = \frac{\frac{4}{3}(1+n)^3\pi\rho^3 + (1+n)^2\pi a' r^2}{c^3}$;
der, wenn für c^3 das Volumen, welches die Flüſſigkeit bei o° Wärme einnimmt, ſubſtituirt wird,
$(1+\gamma)^3 = \frac{\frac{4}{3}(1+n)^3\rho^3 + (1+n)^2 a' r^2}{\frac{4}{3}\rho^3 + a' r^2}$. Da für jede Temperatur von m° die Gröſse n gegeben iſt, ſo iſt auch, wenn einmahl die Halbmeſſer ρ und r beſtimmt und die Längen a und a' gemeſſen ſind, alles zur rechten Seite des Gleichheitszeichens bekannt, und man findet daher aus dieſer Gleichung

die Gröſse $(1+\gamma)^3$, welche die Ausdehnung der Flüſſigkeit giebt.

Jetzt bleibt nur noch zu unterſuchen übrig, wa die Ausdehnung des Glaſes bei der zweiten Metho de, bei der die ſpecifiſchen Gewichte der Flüſſigkei ten beſtimmt werden, für Einfluſs habe. Es ſey be o° Temperatur der Raum des Glaſes $= c^3$, und de Gewichtsverluſt des Glaſes in der Flüſſigkeit $= p$. Nun iſt, wie wir geſehen haben, das Volumen des Glaſes bei m° Wärme $= (1+n)^3 c^3$. Man ſetze daher das Volumen der Flüſſigkeit, deren Raum bei o° $= c^3$ war, bei $m^\circ = (1+\gamma)^3 c^3$. Da nun der Gewichtsverluſt eines Körpers, deſſen Volumen unverändert bleibt, in Flüſſigkeiten, den Dichtigkeiten dieſer Flüſſigkeiten proportional iſt, dieſe Dichtigkeiten aber, bei einer Flüſſigkeit die erwärmt wird, im umgekehrten Verhältni ſe ihres Volums ſtehn; ſo muſs ſich verhalte $(1+\gamma)^3 : 1 = p : \frac{p}{(1+\gamma)^3}$, und der letztere Ausdruck giebt den Gewichtsverluſt eines ſolchen Körpers in der bis m° erwärmten Flüſſigkeit. Wird nun aber auch das Volumen des eingetauchten Körpers ſelbſt durch die Wärme vermehrt, ſo muſs der Gewichtsverluſt deſſelben in beiden Zuſtänden in derſelben Flüſſigkeit im geraden Verhältniſſe der Räume ſtehen; und wenn alſo dieſe Gewichtsverringerung $= p'$ iſt, ſo wird in der ausgedehnten Flüſſigkeit ſeyn $1 : (1+n)^3 = \frac{p}{(1+\gamma)^3} : p'$, alſo

$p' =$

$p' = \frac{(1+n)^3 p}{(1+\gamma)^3}$. Daraus erhalten wir denn endlich

$(1+\gamma)^3 = (1+n)^3 \cdot \frac{p}{p'} = \left(1 + \frac{(325+2m)m}{62500000}\right)^3 \cdot \frac{p}{p'}$.

Man ſieht hieraus, daſs auf beiden Wegen die wahre Ausdehnung und Dichtigkeit einer Flüſſigkeit bei verſchiednen Temperaturen gefunden werden kann, und es ſcheint mir daher, daſs beide Methoden geſchickt ſind, zu unterſuchen, ob das Waſſer bei + 5° Temperatur wirklich die gröſste Dichtigkeit habe. Die Irrthümer, durch die Ausdehnung der gläſernen Inſtrumente, welche von Arnim befürchtet, laſſen ſich, den hier gegebnen Formeln gemäſs, leicht durch Rechnung entdecken und verbeſſern. Das aus 2 Thermometerröhren mit gemeinſchaftlicher Kugel beſtehende Inſtrument aber, welches von Arnim angiebt und von dieſen Fehlern frei glaubt, *) (die eine Röhre mit der halben Kugel ſoll mit Queckſilber, die andre und die übrige Hälfte der Kugel mit Waſſer gefüllt ſeyn,) ſcheint mir dagegen nicht ohne genaue Correction der Beobachtungen zu empfehlen zu ſeyn.

*) *Annalen*, B. 5, St. 1, S. 65. *d. H.*

VI.

Einige pyrometrische Versuche.

Dr. Joh. Aug. Schmidtmüller
in Erlangen.

Zum Behufe mehrerer Untersuchungen in der Pyrometrie und deren Anwendung, selbst zu einer bessern Bearbeitung der Theorie von Wärme und Licht, würde es gewiss sehr nützlich seyn, wenn man mittelst mehrerer Versuche bestimmte, in welchem Verhältnisse Körper, unter gleichen Umständen, stärker und schneller von dem Sonnenlichte erwärmt werden. Da es hierüber noch an Versuchen fehlt, so glaube ich, wird folgender, wenn auch nur kleiner Beitrag nicht unwillkommen seyn. Die Veränderung meiner Lage und Umstände machte mir eine weitere Fortsetzung derselben fürs erste unmöglich. Vielleicht sind diese, wenn auch nur wenigen Versuche einem andern, der mehr Musse hat als ich, und sie unter ähnlichen Bedingungen fortsetzen will, doch ein *actus habor lucundus*, was mich freuen würde, wenn ichs vernehmen sollte.

Die untersuchten *Holzarten* waren alle so dürr, als sie seyn konnten, indem sie schon seit mehrern

*) Diese Versuche wurden im Jahre 1801 angestellt; dass sie erst jetzt und an dieser Stelle in den *Annalen* erscheinen, wird ihnen nicht zum Nachtheile gereichen. *d. H.*

Jahren mit vielen andern an einem sehr trocknen Orte waren aufbewahrt worden.

Um das Thermometer mit denselben in die möglichste Berührung bringen zu können, wurden sie zu feinen Spänen geraspelt. Diese Späne füllte ich in Kästchen 2 Zoll ins Gevierte, welche aus denselben Holzarten bereitet waren, und deren Wände die Dicke von 9 Linien hatten.

Die erste in dieser Beschaffenheit untersuchte Holzart war die *Weifsbuche*, (*Carpinus Betulus L.*,) die bekanntlich unter den harten Hölzern zu dem besten Brennholze gehört, und eine vortreffliche Kohle giebt, welche die stärkste Hitze sehr lange aushält. Ich wollte das Holz erst so viel möglich erkälten, theils um dabei die Abnahme der Wärme desselben zu beobachten, theils um nachher in der ziemlich beträchtlichen Sonnenwärme die progressive Erwärmung desselben desto auffallender bemerken zu können. Ich brachte also das mit den nämlichen Spänen gefüllte Kästchen in ein andres gleich grofses von dünnem Eisenbleche, und stellte so das Ganze an einem kühlen Orte, wo die äufsere Temperatur $12\frac{1}{2}^{\circ}$ Reaum. war, in Eis. Beim Anfange der Beobachtungen zeigte das in die Späne gesetzte Reaumürsche Thermometer + 10°.

nach 1′ ; 1½′ ; 3′ ; 5′ ; 7′ ; 9′ ; 10′ ; 11½′ ; 17½′ ; 19′ ; $20\frac{1}{2}$′ ; $23\frac{1}{2}$′
$9\frac{1}{2}^{\circ}$; 9° ; $8\frac{1}{2}^{\circ}$; 8° ; $7\frac{1}{2}^{\circ}$; 7° ; $6\frac{1}{2}^{\circ}$; 6° ; 5° ; $4\frac{1}{2}^{\circ}$; $4\frac{1}{2}^{\circ}$; 4°

Nach einer Stunde war endlich die Temperatur dieses Holzes auf 2° herabgekommen, tiefer war sie aber bei diesen äufsern Umständen nicht herabzubringen.

Ich nahm demnach das Holzkäſtchen aus dem Bleche und Eiſe, als das in demſelben befindliche Thermometer ſchon wieder um $\frac{1}{2}°$, alſo zu $2\frac{1}{2}°$ geſtiegen war, und brachte es in die Sonne. Es war 1 Uhr Mittags, ein hübſcher, nur wenig windiger Maitag, wo ein andres Thermometer im Freien $22\frac{1}{4}°$ zeigte. Als ich zu beobachten beginnen konnte, war die Temperatur des Holzes ſchon zu 4° erhöht. Das Thermometer ſtand alſo zuerſt auf + 4°. Folgendes waren die Zeiten, in welchen es von Anfang der Beobachtung an von Grad zu Grad ſtieg.

auf 5°	nach $2\frac{1}{2}'$	auf 12°	nach 12′	auf 19°	nach 28′
6	$3\frac{1}{3}$	13	$13\frac{1}{2}$	20	$32\frac{1}{2}$
7	5	14	$15\frac{1}{4}$	21	37
8	$6\frac{1}{3}$	15	17	$21\frac{1}{2}$	42
9	8	16	19	22	47
10	9	17	22	$22\frac{1}{3}$	53
11	$10\frac{1}{3}$	18	25	$22\frac{1}{2}$	58

Erſt als nach ein paar Stunden die äuſsere Temperatur um ein weniges war erhöht worden, ſtieg das in den Spänen, im Käſtchen vergrabne Thermometer auf 23°.

Hierauf brachte ich das hölzerne Käſtchen wieder in das Käſtchen von Blech, und ſtellte das Ganze in Waſſer, deſſen Temperatur $8\frac{1}{2}°$ war, und das ich durch öfteres Zugieſsen kältern Waſſers in dieſer Kälte erhielt. Die Temperatur des Holzes war ſchon auf 22° geſunken, als ich die Beobachtung anfangen konnte. Sie ſank dann

nach	2′	4′	6′
auf	21°	20′	19°

Ein unvermuthetes Hinderniſs unterbrach hier die Beobachtung.

Auf gleiche Weiſe zubereitetes *Kirſchbaumholz*, (*Prunus cerasus L.*,) gab folgende Reſultate bei derſelben Unterſuchungsweiſe:

Thermometerſtand in d. Sonne	Thermometerſtand im Holze.	Nach	Thermometerſtand in d. Sonne	Thermometerſtand im Holze.	Nach
30° R.	16°	0′	30°	24°	26′
	16	2′	28	25	31½
31	17	3½		25½	39
	18	5½	29	26	49½
32	19	6¾		26¾	61½
30	20	8½		27	66
27½	21	11¾	29	27½	72
27	22	17½			
29	23	22			

Trocknes *Erlenholz*, (*Betula Alnus L.*,) verhielt ſich unter denſelben Bedingungen auf folgende Weiſe:

Thermometerſtand in d. Sonne.	Thermometerſtand im Holze.	Nach	Thermometerſtand in d. Sonne.	Thermometerſtand im Holze.	Nach
25°	14°	0′	28°	21½°	16½
	15	3½		22	18
26	16	5		22½	20
26½	17⅔	8	27½	23	21½
	18	9	28½	23½	24
27	18½	10	28¾	24	27½
27½	19	11	30	24½	30½
28	19½	12	30½	25	35
	20	13		25½	44½
28½	20¾	14	31	25¾	60
28¾	21	15	32	25¾	75
			33	25¾	82

Wegen Mangels an Eis konnte ich die Temperatur dieſer beiden Holzarten vor dem Verſuche nicht weiter herabbringen. Die äuſsere Temperatur *) war bei den vor der Sonne vorüberziehenden Wolken ſo veränderlich, daſs ich ſie ebenfalls bemerken zu müſſen glaubte. Mangel an Zeit erlaubte mir nicht, die allmählige Abnahme der Wärme bei der Hölzer, nachdem ſie ſo lange in der Sonne geſtanden hatten, zu bemerken. Beobachtungen dieſer Art erfordern in der That mehr Zeit, als man anfangs glauben ſollte.

Der *wilde Birnbaum*, (*Knütelbaum*, *Pyrus Pinaſter L.*,) verhielt ſich unter denſelben Bedingungen auf nachſtehende Weiſe:

Thermometerſtand in d. Sonne.	Thermometerſtand im Holze.	Nach	Thermometerſtand in d. Sonne.	Thermometerſtand im Holze.	Nach
30° R.	16° R.	0′	26½°	22½°	39″
	17	2	33	23	49½
31	18½	5½	33½	23½	54
	19¾	10		24	60
32	20⅞	14	33	24⅓	68
	21¾	18		24⅓	73
		19		24½	78
27	22	23½		24⅓	83
29	22½	32½	32	24	88

*) In den Ueberſchriften in der vorigen und den folgenden Tabellen habe ich ſtatt *äuſserer Temperatur* geſetzt: *Thermometerſtand in der Sonne*, und hoffe dadurch den wahren Sinn des Herrn Verf. nicht verfehlt zu haben. *d. H.*

Weiter war, der grofsen anhaltend gleichmäfsigen Temperatur in der Sonne ungeachtet, die Temperatur dieses Holzes nicht in die Höhe zu bringen. Das Thermometer ſtieg, obſchon das Ganze immerwährend den einbohrenden Strahlen der mächtigſten Sonne ausgeſetzt war, nicht um einen bemerkbaren Punkt über $24\frac{1}{2}°$, und fiel, bei einer äufsern Temperatur von 32°, in kurzem um $\frac{1}{3}°$ zurück.

Ich wollte bei dieſer und den beiden folgenden Holzarten unterſuchen, in welchem Verhältniſſe ſie ihre Wärme fahren lieſsen, und brachte daher in den bemerkten blechernen Käſtchen das Holz in friſches Brunnenwaſſer, deſſen Temperatur ich ebenfalls bemerkte.

Temperatur des Waſſers.	Thermometerſtand im Holze.	Nach	Temperatur des Waſſers.	Thermometerſtand im Holze.	Nach
14°	$23\frac{1}{2}°$	0′	$13\frac{1}{2}°$	$19\frac{5}{6}°$	24′
	$22\frac{1}{4}$	6	14	19	28
	$22\frac{1}{2}$	8		$18\frac{1}{2}$	31
13	$21\frac{3}{4}$	$11\frac{1}{2}$	$14\frac{1}{2}$	$17\frac{2}{3}$	39
	$21\frac{1}{3}$	$12\frac{3}{4}$	$14\frac{3}{4}$	$17\frac{1}{2}$	$42\frac{1}{4}$
	$20\frac{2}{3}$	14	15	$17\frac{1}{4}$	$46\frac{1}{2}$
$13\frac{1}{3}$	$20\frac{1}{3}$	16	15	17	54

Weifstannenholz, (*Pinus picea L.*,) verhielt fich folgendermafsen:

Thermometerſtand in d. Sonne.	Thermometerſtand im Holze.	Nach	Thermometerſtand in d. Sonne	Thermometerſtand im Holze.	Nach
30° R	16°	0′	29°	23°	45½′
	17⅓	7½	33	23⅔	51½
31	19	12	33½	24	56
32	20⅘	16		24⅔	62
	21½	20	33	25	70
	21¾	21		25	75
27	22⅔	26½		25	80
29	23⅓	34½		25	85
26½	23⅓	41		24⅘	90

Da auch die Temperatur dieſes Holzes in einer Wärme von 33° Reaum. nicht zunahm, ſo brachte ich daſſelbe ſogleich in das blecherne Käſtchen in Waſſer von derſelben Temperatur wie vorhin. Hier fiel es, wie folgt:

Temperatur des Waſſers.	Thermometerſtand im Holze.	Nach	Temperatur des Waſſers.	Thermometerſtand im Holze.	Nach
12° R.	24°	0′	13½°	18°	24′
	23	6	14	17	28
	22	8		16	31
13	21	11½	14½	15½	39
	20½	12¾	14⅔	15¼	42½
	19½	14	15	15	46½
13⅓	19	16	15	15	54

Espenholz, (*Aespe*, *Zitterpappel*, *Populus tremula L.*,) verhielt sich, mit den beiden vorhergehenden Holzarten zu gleicher Zeit und unter denselben Umständen untersucht, auf nachstehende Weise:

Thermometerstand in d. Sonne.	Thermometerstand im Holze.	Nach	Thermometerstand in d. Sonne.	Thermometerstand im Holze.	Nach
30½° R.	16½°	0′	29°	23½°	44½′
	18	6½	33	23¾	50½
31	19¼	11	33½	24	55
32	21	15		24¾	61
	22	19	33	25	69
27°	23	24½		25	74
29	23½	33½		25	84
30½	23½	40	32	24¾	89

Die Abnahme der Wärme dieses Holzes erfolgte, als dasselbe in das Blechkäftchen mit Wasser gebracht wurde, folgendermafsen:

Temperatur des Wassers.	Thermometerstand im Holze.	Nach	Temperatur des Wassers.	Thermometerstand im Holze.	Nach
12°	24°	0′	13½°	20°	24′
	24	6	14	19½	28
	23½	8		18	31
13	22½	11½	14½	17¼	39
	22	12¾	14¾	17	42½
	21½	14	15	16¾	46½
13½	21	16	15	16¾	54

So weit meine Untersuchungen. Ich halte nicht für nöthig, auf die Verschiedenheit der Verhältnisse dieser wenigen Holzarten weiter aufmerksam zu

die Augen fällt. Eben ſo enthalte ich mich alles weitern Raiſonnements über Erwärmung, Erkältung u. dergl. Einige Bemerkungen über die Anſtellung von dergleichen pyrometriſchen Verſuchen ſelbſt, die bei dem groſsen Gewinne, den ſich die Künſte von ſolchen Unterſuchungen verſprechen dürfen, nicht aller Beachtung unwerth ſeyn möchten, werde ich vielleicht bei einer andern Gelegenheit mittheilen.

VII.

Eine neue Art Roſtcompenſation für aſtronomiſche Uhren

vom

Dr. BENZENBERG.

Unter den bis jetzt bekannten Compenſationen behaupten die roſtförmigen Pendelſtangen, die Harriſon 1728 erfand und Graham 1740 zuerſt ausführte, den Vorzug vor allen übrigen, und man findet ſie daher an den beſten Pendeluhren auf dem Seeberge, in Göttingen und in Greenwich.

Von den beiden Metallen, die zur Roſtcompenſation gebraucht werden, muſs ſich eins ſehr ſtark, das andere ſehr wenig ausdehnen. Iſt ihre Ausdehnung nicht ſehr verſchieden, ſo muſs der Roſt ſehr groſs werden und aus vielen Stangen beſtehn. Die erſten, welche gemacht wurden, beſtanden aus Meſſing und Eiſen. Hierbei nahm der Roſt die Länge des ganzen Pendels ein und beſtand aus 9 Stangen. Dieſe unbehülflichen ſchwer zu arbeitenden Roſte findet man noch in Berthoud's Uhrmacherkunſt und in La Lande's Aſtronomie beſchrieben.

Nachher wählte man Zink und Eiſen. Hierbei iſt der Roſt kleiner und beſteht nur aus 5 Stangen, weil ſich der Zink viel ſtärker ausdehnt als das Meſſing. Auf dieſe Weiſe ſind die neuern Roſtpendel gemacht, in denen der Roſt 2 Fuſs lang iſt.

Um das Biegen der Stangen zu vermeiden, haben die Roſte mit 9 Stangen gewöhnlich 2 Querbänder, und die mit 5 Stangen nur eins in der Mitte.

Man ſieht leicht, daſs man dieſer Querbänder überhoben iſt, ſobald der Roſt kleiner wird, und daſs man zugleich an Eleganz in dem Grade gewinnt, in dem ſich das Ganze dem einfachen Pendel nähert. Dabei würde es nur darauf ankommen, zwei Metalle zu wählen, deren Unterſchiede der Ausdehnung bedeutend gröſser als die zwiſchen Eiſen und Zink wären.

Platina dehnt ſich unter allen bekannten Metallen am wenigſten aus, und Queckſilber am meiſten. Allein von dieſen Metallen iſt das eine ſehr ſchwer zu haben und zu bearbeiten, und das andre wegen ſeiner Flüſſigkeit nur mit groſser Mühe zu Roſtcompenſationen zu gebrauchen. *)

Nähme man Eiſen und Blei, ſo gäbe das Roſt von etwa 16 Zoll, da das Blei ſich nach Berthoud 2,57 mahl ſtärker ausdehnt, als das Eiſen. Aber das Blei biegt ſich leicht, und um dieſes zu vermeiden, muſs die Compenſationsſtange ziemlich ſtark gemacht werden.

Die Metallmiſchung von Roſe, die aus 2 Theilen Wismuth, 1 Theil Zinn und 1 Theil Zink beſteht, und die bekanntlich ſchon in ſiedendem Wa-

*) Herr Repſold iſt ſo gütig geweſen, mir Proben von Roſtcompenſationen mit Queckſilber zu machen. Die Reſultate hiervon bei einer andern Gelegenheit. B.

r, ſchmilzt, hat nächſt dem Queckſilber wohl die ärkſte Ausdehnung. Ich habe mir eine Stange on 4 par. Linien Dicke aus dieſer Metallmiſchung egoſſen, die alle die Eigenſchaften hatte, welche zu oſtcompenſationen erforderlich ſind. Sie bog ſich nicht, und brach erſt, als ein ziemlich ſtarker Druck ſenkrecht auf ihre Achſe wirkte. Sie gießt ſich ſehr leicht und rein und bearbeitet ſich vortrefflich vor der Feile und dem Dreheiſen. Die Ausdehnung dieſer Metallmiſchung iſt nie unterſucht worden; ſchlieſst man aber von ihrer groſsen Leichtflüſſigkeit auf ihre Ausdehnung, ſo wird der Roſt etwa 5 oder 6 Zoll lang werden.

Folgende Einrichtung des Roſtes ſcheint mir die beſte zu ſeyn. In Fig. 1, Taf. III, iſt die mittelſte Stange die Compenſationsſtange, welche den Schwingungspunkt der Linſe eben ſo viel hebt, als er durch die Ausdehnung des Eiſens ſinkt. Die vier Stangen, die herunterziehen, können ſehr dünn ſeyn, weil ſie ſich gar nicht biegen können. Die mittlere Compenſationsſtange iſt 4 Linien dick. Da der Roſt klein und der Druck ſenkrecht iſt, ſo iſt die Gefahr des Brechens beim Schieben ſehr klein.

Dieſe Roſtcompenſation hat folgende Vorzüge vor der mit Zink: 1. Gießt und arbeitet ſich dieſe Metallmiſchung viel leichter als Zink; 2. wird der Roſt kleiner; 3. braucht man kein Querband, und der Roſt kann, weil er überall weniger Arbeit erfordert, zu einem ſehr civilen Preiſe gemacht werden.

Die Einrichtung mit *einer* Compenſationsſtange in der Mitte rührt von Herrn Repſold her. Sie hat den Vortheil, daſs dieſe Compenſation ſich ſehr genau abgleichen läſst. Dieſe Stange iſt nämlich loſe in die beiden Querbänder eingeſteckt, und kann herausgenommen und kürzer gedreht werden. (Fig. 2.)

Die Uhren gehen bei der Kälte aus zwei Urſachen geſchwinder: nämlich 1. wegen der Verkürzung der Pendelſtange, und 2. wegen der Verdickung des Oehls, wodurch der Ausſchlag der Linſe kleiner und folglich beſchleunigend wird. Die letzte Anomalie beträgt täglich etwa 2 Sekunden. Die Pendelſtange muſs daher etwas übercompenſirt ſeyn, wenn die Uhr nahe richtig gehen ſoll. Zur völligen Richtigkeit bringt man es nicht, weil die Anomalie, die von der Verdickung des Oehls kömmt, ein anderes Geſetz befolgt, als die Metallausdehnung. Sie läſst ſich alſo durch dieſe vermindern, aber nicht aufheben. Die Ungleichheit, die übrig bleibt, iſt indeſs unbedeutend. Sie beträgt in unſern Breiten bei der gröſsten Kälte keine halbe Sekunde in 24 Stunden.

Aus der bekannten Metallausdehnung wird die Länge der Stangen ſo zu einander berechnet, daſs die Uhr etwas mehr *übercompenſirt* iſt, als die Pendelſtange und das Oehl es fordern; daſs ſie alſo in der Wärme geſchwinder und in der Kälte langſamer gehen muſs.

Man bringt sie dann in ein Zimmer, das sich heizen läfst, und setzt sie sehr verschiednen Temperaturen aus. Aus dem Unterschiede des Ganges berechnet man den Fehler der Compensation und das wahre Verhältnifs der Metall- und Eisenstangen. Die Metallstange wird dann aus dem Roste genommen und um so viel kürzer gedreht, als die Rechnung es fordert.

Stangen aus der Rosischen Composition zu giefsen, ist wegen der grofsen Leichtflüssigkeit des Metalls sehr leicht. — Ich nahm ein dünnes Rohr, wickelte um dieses einen Bogen Velinpapier und befestigte ihn mit Bindfaden. Dann zog ich das Rohr heraus, steckte unten in den Papiercylinder einen Stöpsel, und gofs das geschmolzene Metall hinein. — Dieses machte eine sehr reine Stange, und verletzte das Papier so wenig, dafs es zum Zeichnen nicht unbrauchbar wurde.

Da man ohnehin an astronomischen Uhren sehr grofse und schwere Linsen haben mufs, so ist es möglich, dafs der Rost so klein wird, dafs man ihn ganz in die Linse einschliefsen kann, wie in der beigefügten Zeichnung.

VIII.

VERSUCHE,

die Natur des Nervenfluidums und die Wirkung des Galvanismus auf die thierische Oekonomie betreffend;

von

A. Aldini,

Professor der Exp.-Physik zu Bologna.*)

Verſuch 1. Man präparirt einen *Froſch* auf die gewöhnliche Art, und während man ihn mit der einen Hand am Rückenmarke hält, hebt man mit der andern Fuſs und Schenkel herauf, und bringt die

*) Unter dieſer Ueberſchrift findet ſich in dem *Journal de Chimie et de Phyſique par* van Mons, T. 3, p. 206 und 250, ein von Aldini ſelbſt mitgetheilter Auszug aus ſeinen *Galvaniſchen Verſuchen*, deren ſich die Leſer der *Annalen* aus Nicholſon's vorläufiger Nachricht von denſelben, (*Annalen* XIII, 216,) erinnern werden. Zwar iſt auch in dieſem Auszuge manches höchſt Paradoxe zu kurz angedeutet, als daſs ſichs immer beurtheilen lieſse, ob die Paradoxie in der Sache, oder, wie es mir ſcheint, nur in den Worten liegt; doch habe ich mich dadurch nicht abhalten laſſen, dieſen Aufſatz der Hauptſache nach, wie ich ihn vorfinde, (nur hier und da abgekürzt,) mitzutheilen. Aller andern Anmerkungen über ihn enthalte ich mich, ſo reichen Stoff dazu er auch darbietet. *d. H.*

die Muskeln des Beins mit den Cruralnerven in Berührung. Durch diese Berührung entstehn in dem frei herabhängenden Beine heftige Contractionen, und es bildet sich ein wahres electrisches Spiel, (*carillon électrique*,) welches, nach der grösern oder geringern Vitalität des Thiers, längere oder kürzere Zeit dauert.

Versuch 2. Werden bei dem vorigen Versuche die Muskeln an der Berührungsstelle mit einer isolirenden Substanz bedeckt, so hören die Contractionen gänzlich auf; läfst man aber darauf den Nerven den entblöfsten Muskel berühren, so fangen sie von neuem an. Auf diese Weise erhielt der Verf. hinter einander über 200 Contractionen, die er nicht zu bewirken vermochte, wenn er den Muskel auf dieselbe Art mit einem Leiter, selbst mit Metallen, berührte. Er sah oft, dafs die Berührung der Nerven mit den Sehnen die Muskelcontractionen verstärkte. Die Wirkung blieb dieselbe, wenn man auch von den Nerven alle thierische Feuchtigkeit mit Wasser abgewaschen hatte.

Versuch 3. Alles erfolgte eben so, wenn gleich einer der Cruralnerven durchschnitten war.

Versuch 4. Eine Unterbindung der Cruralnerven, ungefähr in der Mitte derselben, verhinderte die Contractionen nicht, als man einen dieser Nerven mit den correspondirenden Muskeln oberhalb des Bandes in Berührung brachte; sie hörten aber auf, als man diese Nerven an der Stelle, wo sie sich in die Schenkelmuskeln einsenken, fest unterband.

Verſuch 5. Aldini ſuchte Muskelcontractionen dadurch hervorzubringen, daſs er ſich ſtets der *Voltaiſchen Säule*, der *Einwirkung warmblütiger Thiere* bediente. Er berührte mit dem Finger der einen Hand, die er in Salzwaſſer getaucht hatte, das Ohr eines eben abgehauenen *Kopfs eines Ochſen*, und brachte mit der andern Hand das Rückenmark eines präparirten Froſches mit dem Rücken der Zunge des Ochſen in Berührung. Im Froſche wurden dadurch heftige Contractionen erregt.

Verſuch 6. Er verband die *Köpfe zweier Kälber* durch einen feuchten Leiter, und fand die Wirkungen dadurch beträchtlich verſtärkt. Denn bei einem Froſche, deſſen ſchwache Lebenskraft durch Einen Kopf nicht mehr zur Thätigkeit gebracht wurde, entſtanden ſogleich Contractionen, da der zweite Kopf mit in den erregenden Bogen gebracht wurde.

Verſuch 7. Daſſelbe erfolgte, wenn ein Menſch zwiſchen die Zunge des erſten Kopfs und das Rückenmark des zweiten geſtellt wurde, und ein andrer, der den präparirten Froſch hielt, die Kette zwiſchen der Zunge des zweiten und dem Rückenmarke des erſten Kopfes, mittelſt des Froſches ſchloſs. Man bemerkte überhaupt, daſs die Intenſität der Wirkung mit der Menge der Köpfe, oder anderer thieriſcher unter einander verbundener Excitatoren wuchs.

Verſuch 8. Die Beine eines präparirten Froſches wurden mit dem Rückenmarke eines andern

oſches mittelſt eines ſeidnen Fadens zuſammenge-
nden, und nun der Bogen mittelſt eines *Rinds-*
opfs, der viel Lebenskraft beſaſs, geſchloſſen.
eide Fröſche erlitten lebhafte Contractionen. Die-
er Erfolg räumt jeden Verdacht fort, daſs die Con-
ractionen durch die unmittelbare Berührung mit
len Nerven oder Muskelfibern der warmblütigen
hiere erregt ſeyn möchten.

Iſt die Vitalität des Kopfes bis auf einen gewiſſen
rad vermindert, ſo hören die Contractionen auf,
elches beweiſt, daſs das Lebensprincip der warm-
lütigen Thiere am Hervorbringen dieſer Contra-
tionen vielen Antheil hat.

Verſuch 9. Man ſchnitt ein *Stück Muskelfleiſch*
on dem Kopfe eines Ochſen augenblicklich nach
er Tödtung des Thieres ab, und brachte es auf
ner Seite mit dem Rückenmarke, auf der andern
it einem Muskel des Froſches in Berührung. Es
ntſtanden Contractionen faſt ſo ſtark als die, wel-
he zuerſt Galvani durch Armaturen von ver-
chiednen Metallen erhielt. Dieſen Verſuch hatte
rugnatelli in Vorſchlag gebracht, der den
erf. bei ſeinen Arbeiten unterſtützte.

Verſuch 10. Der *Körper eines Kalbes*, von
len Bauchmuskeln bis zum Rückenmarke, diente
ls erregender Bogen. Er brachte im Froſche ſehr
eftige Contractionen hervor; ſie blieben auch,
enn iſolirte Perſonen mit in die Kette traten.

Verſuch 11. Dieſer Verſuch wurde ſo wieder-
ohlt, daſs nicht bloſs die Perſonen, ſondern auch

Verſuch 17. Der Verf. entblöſste einen der zweiköpfigen Muskeln eines *enthaupteten Menſchen*, und berührte ihn mit dem Rückenmarke eines präparirten Froſches. Die Heftigkeit der Contractionen übertraf bei weitem alle, die in den bisherigen Verſuchen durch andere warmblütige Thiere hervorgebracht waren. Sobald *Aldini* auf ein Hirnbrett trat, hörten alle Zuckungen auf. Dieſer Verſuch wurde mehrere Mahl vor einer groſsen Menge Zuſchauer beſtändig mit gleichem Erfolge wiederhohlt.

Verſuch 18. Als die Vitalität eines Körpers ſo erſchöpft war, daſs ſie bei Berührung des zweiköpfigen Armmuskels mit einem Froſche nicht mehr auf dieſen wirkte, machte der Verfaſſer einen Leitungsbogen zwiſchen dieſem Muskel und dem Rückenmarke, in welchem ſich der Froſch befand. Sogleich erſchienen die Contractionen wieder; eben ſo, wenn der Bogen zwiſchen andern Theilen des Truncus geſchloſſen wurde. Aehnliche Wirkungen bemerkte man in dem öffentlichen Hoſpitale an Menſchen, die eines gewaltſamen Todes geſtorben waren, wenn man einen Froſch an eine durch Blaſenpflaſter entblöſste, oder ſonſt verwundete Stelle brachte.

Verſuch 19. Iſt in den Thieren die Erregbarkeit ſehr geſchwächt, oder, ſo zu ſagen, erloſchen, ſo weckt ſie der Verf. dadurch, daſs er ſie mit einer ſtarken Auflöſung von *Opium* befeuchtet. So glückte es oft, Fröſchen, welche die Empfänglich-

zeit für jeden Reiz, den Muskelreiz ausgenommen, erloren hatten, die Lebenskraft wieder zu geben.

Aus dieſen verſchiednen Verſuchen glaubt Aldini den Schluſs ziehen zu können, daſs die Metallelectricität zur Hervorbringung der Muskelcontractionen nicht erforderlich ſey, weil man den verſchiednen *Metallarmaturen* verſchieden organiſirte *thieriſche Theile*, und den metalliſchen Bogen, Bogen von thieriſchen Flüſſigkeiten ſubſtituiren önne. Doch tragen die Metalle nicht wenig zur rregung der Contractionen bei, nur bringen ſie e nicht durch ſich ſelbſt hervor. Zu dieſem Schluſſe arten den Verfaſſer folgende Verſuche, die er anngs mit verſchiednen Metallen, und dann mit eem einzigen anſtellte.

Verſuch 20. Man legt auf eine Glasplatte mehre, von verſchiednen Perſonen zu gleicher Zeit räparirte Fröſche parallel neben einander, ſo daſs e ganze Nervenſyſtem nach der einen und das uskelſyſtem nach der andern Seite liegt. Bringt an an dem erſten dieſer Fröſche, deren 10 und ehrere ſeyn können, zwei Metallarmaturen, und nen Metallbogen an, ſo leiden ſie alle Contractionen, obſchon die Metallelectricität, welche immer en kürzeſten Weg nimmt, nur den erſten in Zukungen verſetzt haben ſollte.

Verſuch 21. Wiederhohlt man dieſen Verſuch , daſs die Lage der verſchiednen Syſteme abwechlt, ſo zeigen ſich nur bei einigen Fröſchen Conractionen. So wird auch durch Verkehrung der

zwey Metallplattenpaare in der Voltaischen Säule die Wirkung dieses Apparats sehr geschwächt, oder selbst aufgehoben.

Versuch 22. Der Verfasser hatte schon früher bemerkt, dass eine Säule von 150 grossen Gold- und Silberplatten und mit Salzwasser angefeuchteten Kartenblättern nicht die mindeste Wirkung auf den menschlichen Körper äusserte. Nachher sah er, wie ein Frosch durch die Berührung zweier kleiner Blättchen dieser beiden Metalle lebhaft erschüttert wurde.

Versuch 23. Der Verfasser nahm einen Kaltkopf und armirte das Rückenmark mit Zink, die Halsmuskeln mit Silber. Es entstanden in diesen Muskeln und in dem übrigen Kopfe lebhafte Bewegungen. Die Möglichkeit, durch bloss solche Armaturen Contractionen in warmblütigen Thieren hervorzubringen, entdeckte Galvani an abgekommenen Gliedern, und der Verfasser machte selbst schon vor 1794 einige diesen Punkt betreffende Resultate bekannt.

Versuch 24. Der vorige Versuch wurde mit der Abänderung wiederhohlt, dass man die Zunge aus dem Munde zog. Während das Rückenmark mit den Halsmuskeln durch den Bogen verbunden wurde, zog sich die Zunge merklich in die Mundhöhle zurück. Dasselbe erfolgte bei Anwendung der Säule.

Versuch 25. Schon 1792 hatte der Verfasser dargethan, dass das Quecksilber für sich allein im

Stande ist, in den Thieren den Galvanismus zu erregen. Nachher bemerkte er auch, dass ein Stück reinen Silbers oder eines andern Metalls denselben Einfluss auf Thiere von grosser Vitalität äusserte.

Versuch 26. Es ist bekannt, dass Galvani bei seinen ersten Versuchen dadurch Muskelcontractionen hervorbrachte, dass er präparirte Thiere in einem Zimmer, wo man sich mit electrischen Versuchen beschäftigte, berührte. Diese Contractionen erneuerten sich bei jedem Funken, den man aus dem Conductor zog. Aldini wiederhohlte diese Versuche, nachdem er die Cruralnerven unterbunden hatte. War es in der Mitte geschehn, so störte das die Wirkung nicht; unterband er sie aber da, wo sie sich in die Muskeln inseriren, so war keine Bewegung zu bemerken. Der Verfasser stellte in der Folge ähnliche Versuche mit der Volta'schen Säule von 100 bis 200 Lagen und mit Becherapparaten aus mehrern Schalen an, wobei er fand, dass sich dieselben Resultate durch sehr einfache Vorrichtungen erhalten liefsen.

Versuch 27. Man stellte zwei mit Salzwasser gefüllte Gläser auf einen Tisch, verband sie durch einen Bogen aus Zink und Kupfer, und berührte die eine Wasserfläche mit dem Rückenmarke eines präparirten Frosches, den jemand an den correspondirenden Muskeln hielt. So oft nun ein anderer mit der Hand oder mit einem Metallstücke das Wasser in dem zweiten Glase berührte, gerieth der Frosch in lebhafte Convulsionen. Um allen Verdacht zu

entfernen, dafs das Salzwaſſer vielleicht dieſen Reiz hervorgebracht haben möchte, band man an das Rückenmark ein Stück von einem Muskel eines andern Thiers, und berührte damit das Waſſer. Bei den folgenden Verſuchen bediente ſich der Verfaſſer deſſelben Kunſtgriffs, um allen Verdacht zu vermeiden, dafs die Salze die Erregung veranlaſst haben könnten.

Verſuch 28. Wurde beim vorigen Verſuche entweder der Menſch, der das Waſſer berührte, oder der Froſch iſolirt, ſo hörten alle Zuckungen auf, bis die Iſolirung wieder aufgehoben wurde. Man kann die Contractionen ſehr verſtärken, wenn man die Anzahl der Gefäſse vermehrt und ſie durch Bogen von einerlei Metall verbindet, da dieſe hierbei eben ſo gut als verſchiedenartige Metalle wirken.

Verſuch 29. Eine Säule von 100 Silber- und Zinkplatten wurde ganz unter Waſſer getaucht; nach dem Herausziehen erhielt man ſehr ſtarke Galvaniſche Wirkungen. (Als ich dieſes Reſultat vor zwei Jahren bekannt machte, wurde mir dafür eine . . . .)

Verſuch 30. Es wurden 30 Gläſer mit Seewaſſer gefüllt und durch Bogen aus Kupfer und Zink verbunden. Die Erſchütterungen, welche dieſer Apparat gab, ſchienen ſtärker zu ſeyn, als wenn eine gleiche Anzahl Schalen mit künſtlichem Salzwaſſer gefüllt wurde. Man nahm 6 Schalen weg und die Wirkung war immer noch ſehr lebhaft.

Eine ganz in Seewaſſer getauchte Säule gab nach dem Herausziehen lebhafte Contractionen. — Der Verfaſſer hatte die Abſicht, durch dieſe Verſuche die *Différence* des Elements auszumitteln, worin die groſſe Familie der Fiſche lebt, über welche die Macht der Galvaniſchen Methoden ſehr groſs iſt.

Verſuch 31. Durch folgenden ſehr einfachen Verſuch zeigte der Verfaſſer die Wirkung der Säule und der Metalle unter Waſſer. Er legte auf den Boden eines mit Salzwaſſer gefüllten Bechers eine Zinkplatte, liefs durch jemand das Rückenmark eines Froſches mit dem Waſſer in Berührung bringen, und berührte ſelbſt die Metallplatte mit einem überſilberten Kupferdrahte. Bei jeder Berührung litt der Froſch Zuckungen. [Vergl. S. 263.]

Verſuch 32. Dieſer Verſuch wurde im vorigen Herbſte zu Genua in Verbindung mit den beiden Brüdern Mojon angeſtellt. Ein *Zitterrochen*, (auf ihn hatte unter allen Thieren der Galvanismus den gröſsten Einfluſs,) wurde iſolirt und darauf electrifirt. Seine Schläge nahmen dadurch weder an Stärke zu, noch zeigten die empfindlichſten Electrometer an ihm eine Spur von Electricität. Die Erſchütterungen waren gleich, das Thier mochte im Waſſer oder auſserhalb deſſelben ſeyn.

Verſuch 33. Einige Stellen am Bauche und Rücken des Zitterrochens wurden mit Metallen armirt, und durch zwei Metalldrähte wurde ein Kreis geſchloſſen. Bei jeder Berührung der Drähte erfolgte eine Erſchütterung. Als zwiſchen beide Drähte

die Flamme eines Wachslichts gebracht wurde, hörten alle Erschütterungen sogleich auf.

Versuch 34. Nachdem der Zitterrochen gestorben war, armirte man ihn auf die gewöhnliche Weise, und erhielt, so oft beide Armaturen durch den leitenden Bogen verbunden wurden, lebhafte Erschütterungen, die sich jedoch von den Contractionen anderer Thiere bei gleicher Behandlung nicht sehr unterschieden. Abilgaard hatte in Neapel schon dasselbe Resultat erhalten.

Versuch 35. Wurde der Zitterrochen unter Wasser in dem Augenblicke, als er den Schlag gab, berührt, so zog er sich zusammen, und spritzte das Wasser aus den beiden Oeffnungen in seinem Kopfe. Um einen Schlag zu erhalten, war es nicht nöthig, das Thier an zwei verschiednen Stellen seines Körpers zu berühren, sondern man brauchte nur die flache Hand unter seinen Bauch zu bringen. Die heftigen Erschütterungen, welche er auf diese Art gab, erstreckten sich zuweilen bis zur Schulter, und die Wirkung derselben dauerte oft einige Zeit ausser dem Wasser fort.

Wir wollen noch einige Versuche anführen, welche der Verfasser mit verschiednen *thierischen Feuchtigkeiten* anstellte.

Versuch 36. Er goss in zwei Biergläser 4 Unzen Blut, das eben aus den Adern eines gesunden Menschen gelassen war, und setzte das eine dem Einflusse der Luft, das andere der Einwirkung der Voltaischen Säule aus. Nach 24 St. fand man den Cruor

des letztern Bluts auf dem Serum schwimmend, und den Leitungsdrähten fest anhängend, indefs in dem ersten Glase sich der Cruor zu Boden gesetzt hatte.

Versuch 37. Auf gleiche Weise wurde die noch warme *Galle* eines Ochsen behandelt. Die der Luft ausgesetzte hatte nach 24 Stunden noch ihre völlige Durchsichtigkeit, indefs die, auf welche die Säule eingewirkt hatte, durchaus undurchsichtig war und viel Gas entwickelt hatte.

Versuch 38. Bei der auf gleiche Weise behandelten *Milch* fand man keinen andern Unterschied, als eine Schwärzung der Leitungsdrähte in der mit der Säule verbundnen Milch.

Versuch 39, 40, 41, 42. Auf den *Urin* zeigte der Galvanismus eine starke Einwirkung, *) die jedoch nach dem verschiednen Zustande desselben verschieden war. Aus 4 Unzen Urin eines gesunden Menschen hatte sich in Zeit von 24 Stunden der gröfste Theil der ihn zusammensetzenden Stoffe an die Drähte der Säule, als ein dicken fester Cylinder, dessen Achse der Draht war, angesetzt. Dieser Niederschlag gab, mit Schwefelsäure behandelt, schwefelsauren Kalk. Der Urin eines Gelbsüchtigen verhielt sich sehr nahe eben so. Das allgemeine

*) Herr van Mons verspricht bei dieser Gelegenheit, mehrere Tausend, und darunter sehr merkwürdige Versuche, die er über den menschlichen Urin im krankhaften Zustande mit der Säule und mit dem gewöhnlichen electrischen Apparate angestellt hat, binnen kurzem bekannt zu machen.

Refultat war, dafs der Galvanismus aus dem Ur die fchwefelfauren, falzfauren und blafenfteinfaure erdigen Salze zugleich mit einem Theile Galle un Kohlenftoff fällt. Der Niederfchlag, welcher fi an die Drähte anfetzt, bildet eine eigenthümlich Kryftallifation.

Die folgenden Verfuche zeigen, dafs der Ga vanismus auf die thierifche Oekonomie ganz ander als die gewöhnliche Electricität einwirkt.

Verfuch 43. Es ift bekannt, dafs, wenn ma mit der Hand das untere, und mit einem mit Sal waffer benetzten Theile des Gefichtes das obere En de der Säule berührt, man einen Blitz aus den Au gen auffahren fieht. Diefelbe Lichterfcheinung brachte der Verfaffer bei einem Menfchen, deffen Augen er verbunden hatte, dadurch hervor, dafs er Kopf und Fufsfohlen durch einen leitenden Bo gen verband.

Verfuch 44. Dadurch, dafs der Verfaffer mit Hülfe der Säule einen leitenden Bogen von der Hand bis zur Zungenfpitze bildete, erregte er in den Au gen Blitze, welche bei einem hartnäckigen fchwar zen Staare Linderung verfchafften, (*qui ont porté foulagement à des amauroſes rebelles.*) In andern Fällen wurde ein fchwaches Geficht dadurch ver beffert. Ueberhaupt that die Säule in Fällen Wir kung, bei denen alle medicinifchen Mittel vergeb lich angewandt waren. Bei mehrjähriger Blind heit, die in einer bedeutenden Veränderung im Auge ihren Grund hatte, konnte das Geficht bei

einigen Subjekten im Augenblicke wieder hergeſtellt werden.

Verſuch 45. Der Verfaſſer wollte ſich bei dieſen Verſuchen anſtatt der Säule, der Leidener Flaſche bedienen. Er legte auf eine horizontale Fläche, in der Entfernung von 9 Zollen, 2 Metallplatten, eine über die andere, und liefs durch 6 Perſonen die obere Platte mit der in Salzwaſſer getauchten Hand, die untere mit der Zungenſpitze berühren. Dann ſtellte er zwiſchen beide Platten eine Leidener Flaſche, deren Entladung allen eine heftige Erſchütterung gab, aber ohne die geringſte Lichterſcheinung in den Augen, dergleichen die ſchwächſte Voltaiſche Säule unter dieſen Umſtänden hervorbringt. Die Wirkung blieb dieſelbe, da man von der Hand zur Naſenſpitze den Bogen ſchlofs.

Verſuch 46. Einige von denen, welche den vorigen Verſuchen beigewohnt hatten, machten den Einwurf, daſs das Tageslicht die Wahrnehmung der vielleicht ſchwachen Blitze gehindert haben könnte. Dem zu Folge wurde der Verſuch in einem dunkeln Zimmer und an einem Menſchen, der eine Zeit lang im Dunkeln geweſen war, wiederhohlt. Allein ungeachtet dieſer Vorſicht blieb der Erfolg derſelbe.

Verſuch 47. Um zu ſehn, ob der Sauerſtoff ſich mit der Muskelfiber vereinigt, hing der Verfaſſer in einer mit Waſſer geſperrten Glocke 14 zu gleicher Zeit von verſchiednen Perſonen mit groſser Sorgfalt präparirte Fröſche auf. Nach 24 Stunden

fand er, dafs das Waſſer um etwa $\frac{1}{2}$ Zoll geſtiegen war.

Verſuch 48. Derſelbe Erfolg zeigte ſich bei der Wiederhohlung dieſes Verſuchs mit warmblütigen Thieren. Man gebrauchte dazu die Schenkel verſchiedner Hühner, von denen man die Crural-nerven getrennt hatte. Je weniger Vitalität die Muskelfiber hat, deſto weniger ſteigt das Waſſer.

Verſuch 49. Man liefs die Gelegenheit nicht vorbeigehen, an einem zur Enthauptung Verurtheilten denſelben Verſuch zu wiederhohlen. Nicht allein Muskel- und Nervenfaſern, ſondern auch Gehirnſubſtanz wurde auf dieſe Art der Einwirkung der Luft ausgeſetzt. Die Abſorption des Sauerſtoffs war bei allen dieſen Theilen beträchtlich, doch nach der Natur eines jeden derſelben verſchieden.

Verſuch 50. Der Verfaſſer wünſchte in derſelben Abſicht mehrere Fiſche, beſonders den Zitterrochen, zu unterſuchen; da er aber zu entfernt vom Meere wohnte, ſo erſuchte er den Profeſſor Mojon in Genua, dieſen Verſuch zu übernehmen. Dieſer Gelehrte meldete ihm Folgendes als das Reſultat ſeiner Unterſuchungen:

„Ich armirte auf die gewöhnliche Weiſe die Nerven eines ſtarken Zitterrochens, ſobald als er keine Zeichen des Lebens mehr gab; brachte ihn auf einer iſolirenden Unterlage über eine Schüſſel mit Waſſer, und überdeckte ihn mit einer in dieſem Waſſer ſtehenden Glocke, die 432 Kubikzoll hielt. Nach einigen Stunden bemerkte ich zu meiner groſſen

en Ueberraſchung, daſs das Waſſer ſtieg und 10 unden lang merklich zu ſteigen fortfuhr. Nach 3 Stunden war das Waſſer einen Zoll geſtiegen, id blieb auf dieſem Punkte ſtehn. Das Waſſer hm nun $\frac{3}{5}$ von dem Inhalte der Glocke oder 48 ubikzoll ein. Bei der Unterſuchung der übrigen ft fand ich, daſs ſie nur 80 Kubikzoll Sauerſtoff- s und 324 Kubikzoll Stickgas enthielt; es waren ſo in dieſer Zeit $\frac{2}{3}$ des in der Glocke enthaltnen auerſtoffgas abſorbirt worden.

Aldini beſchlieſst dieſen Aufſatz damit, daſs aus den erzählten Verſuchen zuerſt die Aehnlichkeiten zwiſchen Electricität und Galvanismus zuſammenſtellt. Sie weichen von den allgemein bekannten nicht ab, ob ſie gleich zum Theil etwas beſtimmt ausgedrückt ſind, daher ich nur folgende ausheben: So wie die Muskelfaſer ſich in groſſer ntfernung von einer Electrifirmaſchine beim Funenziehn contrahirt, ſo fah Aldini ſie auch in einer Entfernung von Volta's Säule in Zuckungen gerathen. — Electricität und Galvanismus ordern beide die Fäulniſs thieriſcher Theile. — ie in einer Leidener Flaſche condenſirte Electricität verzehrt Sauerſtoff, gerade ſo Volta's äule, und auch Muskel- und Nervenfaſern, welhe viel Vitalität beſitzen, abſorbiren Sauerſtoffgas. — — Dann kommen folgende „intereſſantere *Folgerungen* aus dieſen Verſuchen, die *Muskelbewegung* und die *thieriſche Oekonomie* betreffend."

„Fiſche und im Waſſer lebende Amphibien
den durch gewiſſe Veränderungen der Luft
Oberfläche des Waſſers heraufgebracht; (*era
tés.*) — Achtet man darauf, daſs die Störu
Gleichgewichts in den entfernten Regionen d
moſphäre ſich durch den allgemeinen Zuſam
hang, (*conſentement général,*) auch dem
mittheilt, ſo wird der Grund dieſer Erſche
nicht ſchwer einzuſehn ſeyn.“

„Waſſer, das mit Salzen, beſonders mit Koc
geſättigt iſt, trägt nach allen Beobachtungen
viel zur Verſtärkung des Galvanismus bei.
beſitzen in Vergleich mit andern Thieren vi
talität. Hieraus ergiebt ſich, warum die Natu
Element, worin die Fiſche leben, beſonders
lich mit Salz verſehen habe.“

„Das Galvaniſche Fluidum äuſsert ſeine Tl
keit unabhängig von den Metallen, wie die v
erzählten Verſuche beweiſen. Es kann daher
mehr mit Metallelectricität oder mit dem M
reize verwechſelt werden, welche Dinge b
mit groſsem Eifer von einigen Phyſikern jei
der Alpen als hervorbringende Urſachen der
kelbewegungen vertheidigt ſind.“

„Das Galvaniſche Fluidum, welches mit
groſsen Wirkſamkeit zur Zerſetzung der Kö
begabt iſt, wirkt eben ſo auf die Flüſſigkeiten,
che im thieriſchen Körper circuliren, und bringt
wichtige Erſcheinungen hervor. Hoffentlich

urch die vereinigten Anſtrengungen und die uner-
ıüdeten Arbeiten der Phyſiker der Galvanismus ei-
iges Licht über den noch ſehr dunkeln Vorgang
ei thieriſchen Secretionen verbreiten. Die Hy-
ɔtheſe, daſs der thieriſche Körper, vermöge ſei-
er Structur, Aehnlichkeit mit der Voltaiſchen Säule
ıbe, könnte wohl dazu beitragen, die Wirkung
er Nervenflüſſigkeit auf die Muskelbewegung
nd auf die thieriſche Oekonomie begreiflich zu
ıachen."

IX.

Fernere Nachricht der Galvaniſchen S cietät in Paris von ihren Verſuchen.

Die Galvaniſche Societät hat am 8ten *Prair* Jahr ..., (d. 28ſten Mai,) zum zweiten Male unter der Direction ihres Präſidenten und des Pro ſors Aldini Verſuche im Groſsen in der Vet närſchule zu Alfort angeſtellt. Thiere von jed Gröſse, vom Inſekte bis zum Pferde, wurden d Einwirkung eines Apparats ausgeſetzt, der mehr als 2000 Platten beſtand und aus einzeln mit einander verbundnen Säulen zuſammen ſetzt war. Unter andern fand man folgende R ſultate:

1. Daſs man den electriſchen Funken hier nic wie bei der gewöhnlichen Electricität in einer wiſſen Schlagweite, ſondern bloſs im Berührun punkte ſelbſt erhalten kann. *)

2. Daſs nach Anzeige der *Coulombſchen* electr metriſchen Wage die electriſche Spannung nicht i Verhältniſſe der Lagenzahl und der Stärke der Sä len ſteigt. **)

*) Alſo ſtünde die Galvaniſche Societät jetzt noch wo wir vor zwei Jahren waren. Vergleiche *nalen*, XII, 647, und oben S. 236 und 261. *d. H.*

**) Vergleiche *Annalen*, X, 441. *d. H.*

5. Dafs man die ganze Gewalt eines fürchterli-
ien Apparats nöthig hat, um ein kleines Thier zu
dten. *)

4. Dafs der Galvanismus die Werkzeuge des Ein-
nd Ausathmens noch nach dem Tode in Bewegung
u fetzen vermöge. Man überzeugte fich davon an
inem Pferde, das vor $\frac{3}{4}$ Stunde getödtet war. In
ie Luftröhre deffelben wurden einige kleine Oeff-
ungen gemacht, und vor diefe eine Lichtflamme
ehalten. Im Augenblicke des Galvanifirens wurde
ie Flamme nach der Bruft hin gezogen, indem die
ungen die Luft einfogen, und gleich darauf ftie-
en fie fie mit folcher Kraft wieder aus, dafs das
icht ausgeblafen wurde. **)

5. Dafs man Zufammenziehungen des Kopfs und
es Rumpfs eines Thiers hervorbringen kann, wenn
an fie in einer weiten Entfernung von einander
allt, und fie blofs durch einen einzigen Leiter mit
er Säule in Verbindung fetzt, da der andere durch
e Erde oder das gemeinfchaftliche Behältnifs ver-
eten, (*l'autre s'étant formé par le réfervoir com-
un.*,) wird. ***)

*) Nach Ritter's Verficherung wurde durch ei-
nen einzigen Schlag, (einer gewöhnlichen fehr
mäfsig wirkenden Säule,) eine grofse Raupe ge-
tödtet, und kleine Fifche ftarben durch mehrere
folcher Schläge. (Voigt's *Neues Magazin*, B. 2,
1800, S. 365.) *d. H.*

**) Vergleiche *Annalen*, XIII, 221. *d. H.*

***) Vergleiche *Annalen*, XI, 97, 162. *d. H.*

X.

BESCHREIBUNG

zweier einfachen Vorrichtungen, Baumſtubben durch Pulver zu zerſprengen oder herauszuheben.

1. Richard Knight's *Schraube zum Holzſprengen*, (*Blaſting-ſcrew.*) Blöcke von harten knotigen Holze, und beſonders die Baumſtubben, welche beim Holzfällen mit den Wurzeln ſtehn geblieben ſind, auf die gewöhnliche Art durch Axt, Keile und Schlägel zu ſpalten und zu Brennholz zu zerkleinern, iſt ſo auſserordentlich mühſam, daſs man in der Regel die Stubben ſtehn und verfaulen läſst. Man hat zwar verſucht, ſie nach Art der Steine mit Pulver zu ſprengen, das hat aber ſelbſt eigne Schwierigkeit, und erfordert ſehr viel Uebung und Geſchicklichkeit, ſoll nicht weit öfter der auf die Patrone geſchlagne Stöpſel herausgeworfen, als der Stamm zerſprengt werden. Um dieſem abzuhelfen, erdachte der Eiſenhändler Knight zu *Forſter Lane* eine ſehr einfache Vorrichtung, die bei aller ihrer Einfachheit doch neu iſt, und für die er von der Londner Geſellſchaft der Künſte und Gewerbe eine ſilberne Belohnungsmedaille erhalten hat.

Folgende Zeichnung, (Tafel III, Fig. 3,) und Beſchreibung derſelben, theilte Knight dieſer Geſellſchaft mit. *)

*) *Transactions of the Soc. of Arts* for 1802. d. H.

A iſt die Schraube zum Zerreiſsen oder Zerſprengen des Holzes. Durch ihre Achſe iſt die Zündröhre gebohrt. Der Draht *B* dient, die Zündröhre gehörig zu reinigen, bevor die brennende Lunte hineingebracht wird.

C iſt ein Bohrer, mit welchem das Loch gebohrt wird, das die Ladung der Schraube aufnimmt. Damit der Bohrer faſſe, arbeitet man demſelben mit dem Hohlmeiſsel *D* vor.

E iſt ein Hebel, vermittelſt deſſen die Schraube in das gebohrte Loch hineingedreht wird. Der lederne Riemen *F* am Ende deſſelben wird an der Schraube befeſtigt, damit ſie nicht verloren gehe, wenn ſie beim Zerſprengen des Blocks ſollte in die Höhe geſchleudert werden, wiewohl dieſes nicht häufig geſchieht. Vielmehr blieb in allen meinen Verſuchen, ſo oft das Holz geſund war, die Schraube in einem der aus einander geſprengten Theile ſitzen.

Als Lunte dient Bindfaden, der in einer Auflöſung von Salpeter getränkt iſt, und in die Zündröhre, nachdem man den Draht *B* herausgezogen hat, hinabgebracht wird.

Der Erſte, der von Knight eine ſolche Schraube zum Holzſprengen erhielt, ein Parlamentsglied L. Lloyd, Eſq., zu *St. Aſaph*, der auf ſeinen Gütern anſehnliche Waldungen hatte, giebt ihr in einem zu *Wygfair* am 26ſten März 1802 geſchriebnen Briefe an Knight die vortheilhafteſten Zeugniſſe. Hier einige Stellen aus dieſem Briefe: „Ich habe

mich der Schraube zum Holzſprengen während des verfloſſnen und des vorhergehenden Winters mit dem beſten Erfolge bedient, und vermittelſt ihrer manche Ladung Brennholz gewonnen, die ich ohnedies der Fäulniſs hätte Preis geben müſſen, weil es zu theuer geweſen ſeyn würde, ſie auf dem gewöhnlichen Wege zu gewinnen. Sie würden ſich durch die öffentliche Bekanntmachung derſelben ſehr verdient machen. — — Sir Joſeph Banks zu *Overton-Hall*, dem ich dieſe Schraube rühmte, lieſs ſich eine ähnliche durch ſeinen Schmidt, einen ſehr geſchickten Arbeiter, machen, der indeſs auf ſie mehr Mühe wandte, als ich für nöthig halte. Auch er iſt mit ihr ſehr zufrieden. Als ich zu Overton war, wurden mehrere 4 bis 5 Fuſs lange und 9 bis 10 Zoll im Durchmeſſer haltende Stücke von ſehr dichtem, knotigen und feinkörnigen Eichenholze, das zur Verzimmerung in dem Bleibergwerke, welches unter Sir Joſeph Banks Direction ſteht, dienen ſollte, vermittelſt der Schraube geſpalten. Die Stücke wurden zum Erſtaunen der Bergleute einige Schritt weit aus einander geworfen. Sir Joſeph hat die Schraube mit nach Lincolnſhire genommen, wo er, wie ich höre, eine Menge Baumſtubben beſitzt, die bis jetzt völlig werthlos waren. Wir haben dieſes Inſtrument bis jetzt ohne irgend einen Zufall gebraucht. Als dagegen ein Bedienter meines Nachbars, des Lords Kirkwal, während der Abweſenheit ſeines Herrn mit der Schraube ſprengen wollte, und wohl zu viel Pulver in das

Loch gethan haben mochte, wurde bei der Entzündung des Pulvers die Schraube herausgeſchleudert und flog in ein Fenſter des erſten Stockwerks, doch ohne weitern Schaden zu thun. Wer ſich des Inſtruments bedient, wird indeſs leicht abnehmen, wie groſs das Loch unter der Schraube ſeyn muſs, um einen gegebnen Block zu ſprengen, und wie weit die Schraube hineinzudrehen iſt, damit ſie der Kraft des entzündeten Pulvers, ehe der Block reiſst, hinlänglichen Widerſtand leiſte. Ich glaube, daſs ſich viel Pulver ſparen lieſse, wenn man ſich einer mit Salpeter getränkten Lunte aus Baumwolle, oder eines andern der bei Feuerwerken üblichen brennbaren Stoffe bediente; dann könnte man die Schraube wahrſcheinlich dünner machen. Doch geht es auch ſehr gut mit einem Strohhalme, der mit Pulver gefüllt iſt, wie ſich deſſen die Bergleute bedienen. Wer furchtſam iſt, kann die Schraube vermittelſt einer Kette oder eines Stricks an einen Klotz oder einen Pfahl befeſtigen. In faulem Holze läſst ſich die Schraube nicht brauchen."

---

2. *Eine Maſchine, Baumſtubben auszuroden, vom* B. Saint Victor, *Mitglied der Landbaugeſellſchaft des Departements der Seine.* *) Auf einem Landgute des Verfaſſers in Savoyen hatte der vorige Beſitzer eine Menge groſser Eichen, Nuſsbäume und Kaſtanienbäume, welche in den Wieſen und dem Acker-

*) Im Auszuge aus Sonini's *Biblioth. phyſ. économ.*, Tom. I, p. 12.

linde ſtunden, über dem Wurzeln wegbauen, die Stubben aber nicht ausgraben laſſen. Die Stubben dieſer Bäume hinderten die Kultur ſo ſehr, daß Saint Morys ſich entſchließen muſste, ſie ausrotten zu laſſen. Um dieſe beſchwerliche Arbeit zu erleichtern, verſuchte er, ſie durch die Kraft des entzündeten Pulvers herauszuheben, und dieſes gelang, wie er verſichert, vollkommen vermittelſt folgender aus Eiſen geſchmiedeten Maſchine, die man auf Taf. III. Fig. 4. bei *A* im Grundriſſe, bei *B* in einem ſenkrechten Durchſchnitte, und bei *D* in einer perſpectiviſchen Zeichnung ſieht, wie ſie unter dem Baumſtubben angebracht iſt.

Die Bodenplatte derſelben beſteht aus einer Barre geſchmiedeten Eiſens, die ungefähr 2′ 8″ lang und nach der Handhabe zu 1″, am hintern kreisrunden Theile aber 2″ dick iſt. Dieſer kreisrunde Theil hat 14″ im Durchmeſſer, und dient der Pulverkammer zum Bodenſtücke.

Die Pulverkammer *b* ſelbſt iſt 3″ im Lichten weit und die Länge ihrer Bohrung beträgt 3″ 8‴. Der Pfropf *a* hat faſt dieſelbe Dicke, und wird, mit Papier oder mit Werg umwickelt, hineingetrieben. Der Kopf deſſelben hat 8″ im Durchmeſſer, und iſt durch eine Kette mit dem kleinen Mörſer verbunden. Die Höhe vom untern Theile der Bodenplatte bis zum oberſten des Pfropfs beträgt 10″.

Ungefähr 2″ über dem Boden der Pulverkammer iſt die Zündpfanne *C* angebracht, von der die enge Zündröhre unter einer Neigung von 45° zur

ulverkammer herabgebohrt iſt. Die Kammer bis
um Pfropfe und die Zündröhre werden voll Pul-
er gefüllt.

Iſt dieſes geſchehn, ſo wird mit einer Haue eine
öhlung in den Stubben bis in die Mitte deſſelben ge-
acht und die Maſchine in dieſelbe hineingebracht,
o daſs der Pfropf unmittelbar das Holz berührt,
nd daſs alle Leeren unter der Bodenplatte mit
einen, Eiſenſtücken oder Holz ſorgfältig ausge-
üllt werden, damit die ganze Kraft der Exploſion
uf den Stubben wirke. Iſt es nöthig, ſo haut
an zuvor noch die ſtärkſten der über der Erde
chtbaren Wurzeln des Stubbens durch.

Nachdem die Maſchine gehörig befeſtigt wor-
en, ſchüttet man Pulver auf die Pfanne, legt eine
unte darauf, die lang genug iſt, damit man ſich
n Sicherheit bringen kann, und ſteckt ſie an.

Jeder verſtändige Schmidt kann dieſe Maſchine
achen. Noch leichter läſst ſie ſich aus Meſſing oder
ronze gieſsen; nur müſſen dann alle maſſiven Stü-
ke etwas dicker werden, um eben ſo viel Zuſam-
enhalt zu erhalten, als die angegebnen aus ge-
hmiedetem Eiſen.

XI.

VERSUCHE UND BEOBACHTUNGEN *über die Vegetation der Pflanzen, welche darthun, daſs die Vegetation im Sonnenlichte die Luft nicht verbeſſert,*

VON

JAMES WOODHOUSE,

M. D., Profeſſor der Chemie auf der Univerſität von Penſylvanien. *)

1. *Veränderungen, welche das Keimen der Samen in der atmoſphäriſchen Luft bewirkt.* Den 3ten Juni 1801 wurden 12 Körner Mais mit der Erde, worin ſie gepflanzt waren, in einer Glocke, welche 70 Unzenmaaſse atmoſphäriſcher Luft von der Reinheit 100 enthielt, über dem Sperrwaſſer eingeſchloſſen, und der Apparat darauf öfters in die Sonne geſetzt. Am 12ten hatten die Maiskörner getrieben, und ihre Stengel eine Höhe von 2 bis 5 Zoll erreicht, und nun unterſuchte ich die Luft. Ein Unzenmaaſs derſelben wurde mit Kalkwaſſer in ein Eudiometer gebracht. Sie enthielt 0,03 Kohlenſäure. Ein Unzenmaaſs Luft, die von der Kohlenſäure befreit war, wurde mit eben ſo viel Salpetergas vermiſcht; die Abſorption betrug 0,3. Den 19ten waren die Mais-

*) Nicholſon's *Journal* etc., 1802, Vol. 2, p. 150. *d. H.*

ſtengel beträchtlich hoch, und als ich nun die Luft prüfte, fand ich ſie von derſelben Reinheit als bei dem vorigen Verſuche, dabei enthielt ſie keine Kohlenſäure. Den 23ſten ſtarben die Pflanzen ab, und die Luft enthielt nun 0,05 Kohlenſäure und 0,95 Stickgas.

Ich ſtellte ähnliche Verſuche mit Samen von *Apium petroſelinum*, *Lactuca ſativa*, *Cucurbita citrullus*, *Phaſeolus ſativus*, *Siſymbrium und Raphanus ſativus* an, und erhielt dieſelben Reſultate.

Die Verminderung der Reinheit der Luft unter dieſen Umſtänden ſcheint von der Vereinigung des Sauerſtoffs mit dem Kohlenſtoffe der Cotyledonen oder mit dem Kohlenſtoffe in der Erde, worin die Samen liegen, oder mit dem Kohlenſtoffe einiger verwelkten Theile der Blätter abzuhängen.

Ingenhouſs, Humboldt und Thomſon haben zwar beobachtet, daſs die Erden die Eigenſchaft haben, Sauerſtoff zu verſchlucken. Da man aber nicht beweiſen kann, daſs eine reine Erde oder eine Miſchung von Erden die Reinheit der atmoſphäriſchen Luft vermindert, ſo iſt die Verderbung der Luft mit mehr Recht der Bildung von Kohlenſäure, deren Baſis in allen Erden, welche zur Vegetation dienen, enthalten iſt, als der Verſchluckung des Sauerſtoffs durch die reinen Erden zuzuſchreiben.

2. *Veränderungen, welche die Vegetation der Pflanzen in der atmoſphäriſchen Luft bewirkt.* Den 27ſten Mai wurden 12 Pflanzen von *Polygonum per-*

Ricaria, jede zwei Zoll hoch und gesund, mit ihrer Erde in eine Glocke eingeschlossen, die 80 Unzenmasse atmosphärischer Luft von der Reinheit 100 enthielt, und oft in die Sonne gesetzt wurde. Den 4ten Jun. waren die Pflanzen 2 Zoll gewachsen, die Luft in der Glocke enthielt bei der Prüfung 0,03 Kohlensäure und ihre Reinheit war nur noch 80.

Mehrere junge Pflanzen von *Raphanus sativus*, *Datura stramonium*, *Physalucca decandra*, *Zea mais*, *Phaseolus vulgaris*, *Sedum telephium*, *Amarantus hybridus*, *Cucurbita citrullus*, *Sisymbrium Lactuca sativa* wurden, jede einzeln, in Glocken eingeschlossen, welche 40 bis 80 Unzenmasse atmosphärischer Luft fassten, und die Luft in den Glocken zu verschiednen Zeiten sorgfältig geprüft. Ich fing diese Prüfungen eine Stunde, nachdem die Pflanzen eingeschlossen worden, an, und setzte sie bis zum 30sten Tage fort. Fast immer enthielt die Luft Kohlensäure, und so oft das der Fall war, fand sich die Reinheit derselben vermindert.

Mehrere Pflanzen derselben Art wurden in 40 Unzenmaafs *Sauerstoffgas*, welches vorher mit Kalkwasser gewaschen war, eingeschlossen. Die Reinheit der Luft wurde im Allgemeinen vermindert, und es bildete sich kohlensaures Gas; die Pflanzen wurden weifs oder gelb, und wenn man sie in atmosphärische Luft brachte, starben sie bald ab.

Die Vegetation der Pflanzen hat auf die Luft denselben Einfluss, als die Vegetation der Samen aus

denſelben Gründen. Sind die Pflanzen lange Zeit eingeſchloſſen, ſo welkt ein Theil ihrer Blätter, und der Kohlenſtoff dieſer abgeſtorbnen Blätter giebt bei der Vereinigung mit dem Sauerſtoffe der Atmoſphäre Kohlenſäure. Die grünenden Blätter zerſetzen die Kohlenſäure und abſorbiren den Kohlenſtoff, indeſs der frei gewordne Sauerſtoff wieder die Gasform annimmt. Jedes Mahl, wenn ſich der Sauerſtoff mit dem Kohlenſtoffe der vegetabiliſchen oder animaliſchen Subſtanzen in der Erde, worin die Pflanzen wachſen, oder mit dem Kohlenſtoffe der abgeſtorbnen Blätter vereinigt, und wenn die Kohlenſäure ſchneller entſteht, als die lebenden Blätter ſie zerſetzen, ſterben die Pflanzen ſchnell.

Wird eine geſunde Pflanze, die in einer Erde wächſt, welche wenig oder gar keine vegetabiliſchen oder animaliſchen Subſtanzen enthält, in atmoſphäriſche Luft eingeſchloſſen, ſo kann ſie lange darin leben, ohne ſich zu verändern.

Viele von den Pflanzen, mit denen ich meine Verſuche anſtellte, veränderten in einer Zeit von 5 Tagen die Luft gar nicht; einige verringerten ihre Reinheit binnen 3 Stunden; noch andere wirkten langſam und ſo allmählig, daſs ſie die Luft in 20 Tagen nur wenig veränderten.

3. *Veränderungen, welche Pflanzenblätter in atmoſphäriſcher mit Kohlenſäure geſchwängerter Luft im Sonnenlichte bewirken.* Von den Blättern folgender Pflanzen: *Mimoſa virgata*, *Euphorbia picta*, *Digitalis purpurea*, *Franklinia alatamaha*, *Aſpara-*

gus officinalis, Corylus avellana, Rhus glabrum, Ariſtolochia Siphoe und *Periploca graeca*, wurde von jeder Art eine Hand voll abgeſondert in einer Luft geſperrt, welche aus 36 Unzenmaaſsen atmoſphäriſcher Luft und 4 Unzenmaaſsen kohlenſaurem Gas aus kohlenſaurem Kalk und Schwefelſäure bereitet, gemiſcht war, und ſo in das Sonnenlicht geſetzt. Die Kohlenſäure verſchwand ſchnell, und die Reinheit der atmoſphäriſchen Luft vermehrte ſich ſo, daſs ſie 2 Unzenmaaſse Salpetergas abſorbirte.

Nachdem dieſelben Blätter ſich die Nacht hindurch in derſelben Luft befunden hatten, gab dieſe am Morgen Kohlenſäure, und die Reinheit der atmoſphäriſchen Luft hatte ſich auffallend vermindert.

Ich ſetzte Blätter von *Mimoſa virgata* und *Amygdalus perſica*, jede Art beſonders, 9 Stunden lang dem Sonnenlichte aus, in 40 Unzenmaaſsen atmoſphäriſcher Luft, worin ein faulender Pilz gelegen, und die ſich dadurch mit kohlenſaurem Gas gemiſcht hatte. Am Ende des Verſuchs war die Kohlenſäure verſchwunden, und die Reinheit der atmoſphäriſchen Luft hatte ſich in dem Verhältniſſe von 30 : 80 vermehrt.

4. Menge und Reinheit des Sauerſtoffgas, das ſich aus einer kleinen Hand voll Blättern, welche in 6 Unzenmaaſsen Brunnenwaſſer dem Sonnenlichte ausgeſetzt wurden, entwickelte. Das zu dieſen Verſuchen gebrauchte Waſſer war aus einem Brunnen einige Fuſs von einem Abzugsgraben genommen,

und

aher, wie die Analyſe zeigte, mit Kohlenſäure vängert. Die Blätter wurden, jede Art für in neben einander ſtehende Gläſer gethan, nan ſtellte jedes Mahl 8 bis 13 vergleichende :he zugleich an. Die folgenden Tabellen ent- die Reſultate dieſer Verſuche.

ıen] die Blätter von	Sauerſtoffgas. Reinheit deſſelben mit Salpetergas. nach Drachmenmaaſsen.	mit 1 M.	mit 2 M.	mit 3 M.	Zeit des Verſuchs.
'oſea	19,5	122	146	96	12. Jun. 1802
aiz	16	116	140	54	bei heiterer
nthus ſpinoſa	15	120	140	68	Witterung und
officinalis	13	120	130	50	einer Temper.
us	16	120	138	70	von 105 b. 110°
ulus purpureus	8	110	110	0	F. 100 Unzen-
rotundifolia	17	120	140	86	maaſs des ge-
'ula	16	118	130	55	brauchten Waſ-
ntifolia	15	112	130	46	ſers enthielten
'is dichotoma	16	110	130	46	8 bis 9 Unzen-
					maaſs kohlen-
					ſaures Gas.
ulus purpureus	13	110	120	40	3. Juli heitere
ıis nobilis	12	114	120	32	Witterung, 100
s ſyriacus	12	118	130	65	b. 115° F. Ther-
num aviculare	18	114	130	50	mometerſtand.
'alus perſica	10	114	112	12	100 Unzenm.
nalus	16	116	120	20	d. Waſſers ent-
ıs occidentalis	12	120	140	20	hielten 8 bis 10
mericana	10	120	138	40	Unzenmaaſs
					kohlenſ. Gas.
ndron tulipifera	14	112	120	25	4. Juli heitere
s dilatata	14	110	132	60	Witterung, 105
ıs pavia	13	110	130	60	bis 110° F.
petroſelinum	12	116	132	55	Thermome-

Es gaben die Blätter von	Sauerstoffgas. Reinheit desselben nach Dracenmaassen.	mit Salpetergas. mit 1 M.	mit 2 M.	mit 3 M.	Zeit des Versuchs.
Convolvulus purpureus	5	120	120	30	terstand. 100
Helianthus annuus	13	112	132	62	Unzenm. des
Ruta graveolens	10	120	130	40	Wassers enthielten 8 Unzenmaals kohlensaures Gas.
Trifolium palustre	13	120	140	55	
Datura stramonium	14	112	130	80	
Hyssopus	7	112	132	65	
Blattaria verbascum	12	112	130	45	5. Jul. heit. u. bedeckt. Wett., 95° F. Thermometerstand. 100 U. M. d. Wass. enth. 8 b. 9 U. M. kohlens. Gas. 12 U. M. von d. Sauerstoffgas, d. mit Kalkw. gewasch. war, gab. durch Eisen und Schwefel zerlegt 4 M. Stickgas, enthielten also 8 Maals Sauerstoffgas.
Chelidonium maius	18	112	136	80	
Chrysanthemum indicum	14	120	142	63	
Acer glaucum	14	120	139	63	
Phytolacca decandra	14	120	140	80	
Anthirrinum linaria	18	120	140	53	
Syringa vulgaris	8	120	132	40	
Helianthus altissimus	12	120	140	55	
Polygonum perficaria	12	120	140	80	
Cercis canadensis	12	120	140	60	
Lonicera caprifolium	12	120	140	60	
Diospyros virginiana	10	120	120	30	ten Juli heiteres und bedecktes Wetter, 90 bis 100° F. Thermometerstand. 100 Unzenmaals des Wassers enthielten 8 bis 10 Unzenmaals kohlensaures Gas. Die Blätter waren am Abend vorher gepflückt, und bis am Morgen an einem kühlen Orte aufbewahrt worden.
Franklinia altamaha	10	120	102	0	
Chionanthus virginica	8	120	100	0	
Arundo gigantea	10	120	130	32	
Asclepias syriaca	9	120	80	0	
Anoda tetloba	10	120	130	40	
Magnolia glauca	10	110	102	0	
— *tripetala*	16	116	130	40	
Xanthoriza tinctoria	8	120	130	50	
Conferva rivularis	10	120	120	30	
Alcea rosea	5	110	70	0	
Sophora indica	7	116	80	0	
Laurus Sassafras	10	120	92	0	

Prieſtley entdeckte, daſs ſich aus den Pflan-
n im Sonnenlichte Sauerſtoffgas entbindet, und
it der Zeit glaubte man, daſs die Pflanzen das
oſse Mittel der Natur wären, den durch Ver-
ennung, Athmen und Oxydation verloren ge-
ngnen Sauerſtoff der Atmoſphäre zu erſetzen.
öft man aber dieſe Meinung aufmerkſam, ſo iſt
nicht haltbar.

Der Sauerſtoff, den man durch die Pflanzen er-
elt, war jedes Mahl mit Kohlenſäure gemiſcht.
rieſtley brachte ſeine Pflanzen in atmoſphäri-
ie Luft, worin Weingeiſt und Wachslicht ge-
annt hatten, und die durch das Faulen von Mäu-
n und Fiſchen oder durch das Athmen verdorben
ir. Auch beobachtete er, daſs er weit langſamer
d weit weniger Sauerſtoffgas erhielt, wenn er
egenwaſſer oder deſtillirtes Waſſer anwandte, als
enn er Brunnen- oder anderes ſtehendes Waſſer
zu gebrauchte.

Nachſtehende Tabelle zeigt die Menge und Be-
haffenheit des Gas, das im Sonnenſcheine aus
flanzen erhalten wurde, die ſich unter reinem
ſswaſſer, oder unter Waſſer, das mit Kohlen-
ure geſchwängert war, befanden. Das Waſſer
urde aus dem Fluſſe *Schuylkil* genommen, und ent-
elt gar kein kohlenſaures Gas. Beim zweiten
rſuche wurden 36 Unzenmaaſs deſſelben mit 4
zenmaaſsen Waſſer, das mit Kohlenſäure aus
eide und Schwefelſäure geſchwängert war, ge-
ſcht, und enthielt 5 bis 10 Theile kohlenſaures

Gas in 100 Theilen. Der erſte Verſuch wu
7ten, der andere am 8ten Juli 1801, bei ſe
term Wetter und einem Thermometerſtan
110° F. angeſtellt.

Es gaben die Blätter von	Verſuch 1. unter reinem Flufswaſſer, deſſen Kohlenſ. mit Salpeterg. war	Sauerſtoffgas nach Drach.	Verſuch unter Flufswaſ Kohlenſau deſſen mit Sal W mit 1 Mals
Liriodendron tulipifera	55	6	120
Cercis canadenſis	70	6	116
Tilia americana	50	5	110
Salix babylonica	32	5	120
Polygonum perſicaria	30	10	120
Phytolacca decandra	94	6	120
Platanus occidentalis	90	3	110
Alcea roſea	84	6	120
Helianthus annuus	83	10	120
Amygdalus perſica	82	6	120
Conferva fontanalis	80	4	120
Zea maiz	75	4	115
Acer glaucum	90	6	120

½ bis 1 Drachmenmaals Sauerſtoffgas

Man ſieht aus dieſer Tabelle, dafs die
von 13 Arten Pflanzen, deren jede in 40 Un
ſen reinen Flufswaſſers dem Sonnenlichte aus
worden, zuſammengenommen etwa 100 Drac
maafse Luft gaben, wovon das mehrſte Stickga
indefs die Blätter derſelben Pflanzen in dem

Waſſer, das mit Kohlenſäure vermiſcht worden war, zuſammengenommen 77 Drachmenmaaſs ſehr reines Sauerſtoffgas gaben.

Graf Rumford ſuchte 1787 die Lehre von der Reinigung der Atmoſphäre durch die Pflanzen zu widerlegen. Seine Hauptgründe dagegen waren, daſs die Blätter in Prieſtley's Verſuchen ſich nicht in ihrem natürlichen Zuſtande befanden, und daſs man auch aus andern Körpern, z. B. aus geſponnenem Glaſe, roher Seide und Baumwolle, im Sonnenſcheine und unter Waſſer Sauerſtoffgas erhalte.

Dem ſcharfſinnigen Verfaſſer der Phytologie iſt es nicht unwahrſcheinlich, daſs man bei mehrern der von Prieſtley, Ingenhouſs und Graf Rumford über die Seide angeſtellten Verſuche die Erzeugung des Sauerſtoffgas den Wirkungen der Sonnenſtrahlen auf das Waſſer, worin die Pflanzen waren, zuſchreiben könne. Die Spitzen und die ſcharfen Enden dieſer Körper erleichtern nach ihm das Freiwerden des Sauerſtoffs, wenn die Sonnenſtrahlen auf das Waſſer fallen, und dieſes, verbunden mit der Wirkung des Sonnenlichts, bewirke die Desoxydirung des Waſſers.

Graf Rumford's Verſuche ſind keineswegs befriedigend. 30 Gran roher Seide gaben ihm nach drei Tagen nur 3½ Kubikzoll Luft, und oft vergingen vier Tage, ohne daſs er genug Luft bekommen hätte, um ſie prüfen zu können.

Um den Einfluſs der Spitzen und der ſcharfen Extremitäten mancher Körper zu prüfen, ſetzte ich Asbeſtfaden, Pferdehaare, Baumwolle, Samenkronen von der Seidenpflanze, Kohlenſtaub u. ſ. w. in 40 Unzenmaals Brunnenwaſſer der Wirkung des Sonnenlichts aus. Ich erhielt durch dieſe Körper 2 bis 4 Drachmenmaals reine Luft, welche 2 Maals Salpetergas abſorbirte. Dieſe Luft war alſo minder rein und in minderer Menge, als die, welche die Blätter im Sonnenſcheine unter demſelben Waſſer entwickelten, da Pflanzen im Sonnenſcheine unter Brunnenwaſſer in wenig Stunden 8 bis 19 Drachmenmaals Gas geben.

Reines Waſſer, das man der vereinten Einwirkung des Sonnenlichts und der Wärme ausſetzt, wird Sauerſtoff hergeben. Fremde in das Waſſer gebrachte Dinge ſcheinen allein dadurch zu wirken, daſs ſie die Temperatur des Waſſers erhöhen. Auch kann bei einigen der Rumfordſchen Verſuche die grüne Materie, die ſich an allen eine Zeit lang im Waſſer befindlichen Körpern bildet, Gelegenheit zur Erzeugung des Sauerſtoffs gegeben haben.

Viele Naturforſcher glauben, daſs die Pflanzen durch die Waſſerzerſetzung Sauerſtoffgas liefern, indem ſie den Waſſerſtoff des Waſſers abſorbiren, und ſo den Sauerſtoff in Gasform frei machen. Wäre aber dieſe Meinung gegründet, ſo müſste man Sauerſtoffgas erhalten, wenn man Blätter in gekochtem, in deſtillirtem, in Fluſs-, Brunnen- oder Kalk-

waſſer dem Sonnenlichte ausſetzte; dies geſchieht aber nicht.

Einige denken ſich einen Wechſel der Gasarten zwiſchen den Pflanzen und den Thieren: die erſtern ſollen den Thieren Sauerſtoff, und dieſe jenen dafür Stickgas hergeben, welches, wie ſie meinen, die Pflanzen zu ihrer Ernährung einſaugen. Wäre dieſe Hypotheſe richtig, ſo müſste man die Reinheit der atmoſphäriſchen Luft, wenn ſie keine Kohlenſäure enthält, dadurch vermehren können, daſs man Pflanzen in ſie einſchlöſſe, auch wenn man ihr dann eine gewiſſe Menge Stickgas zumengte. — Um dieſes zu prüfen, wurden friſche und fleckenloſe ſorgfältig ausgeſuchte Blätter von *Euphorbia picta*, *Nicotiana Tabacum*, *Buxus vulgaris*, *Mimoſa iubileſcens*, *Jaxus procumbens*, *Malva criſpa*, *Pinus Strobus*, *Colutea arboreſcens* und von *Epilobium*, jede Art für ſich, 4 Stunden lang in 40 Unzenmaaſs atmoſphäriſcher Luft dem Sonnenlichte ausgeſetzt. Die Reinheit der Luft blieb hierbei dieſelbe, und ſelbſt nach 16 Stunden war ſie ganz unverändert. Bringt man die Blätter, ohne ſie ausgeſucht zu haben, in atmoſphäriſche Luft, ſo vermindern ſie die Reinheit derſelben am Tage ſo wohl als bei Nacht. Denn jeder noch ſo kleiner Inſektenſtich macht, daſs die nahe gelegnen Theile welken, und dann verbindet ſich der Kohlenſtoff der verwelkten Theile mit dem Sauerſtoffe der atmoſphäriſchen Luft zu Kohlen-

säure, und vermindert dadurch die Reinheit der Luft.

Eine Hand voll Blätter, die ohne Auswahl in atmosphärische Luft von der Reinheit 100 eingeschlossen, und 5 Stunden lang dem Sonnenlicht ausgesetzt worden, hatten bei einem Thermometerstande von 75° diese Luft folgendermaßen verändert:

Blätter von	Die Luft enthielt Kohlensaures Gas	Ihre Reinheit war
Datura stramonium	3	96
Rhododendron maximum	5	87
Apium petroselinum	4	86
Anthemis nobilis	0	100
Sophora australis	2	95
Sedum telephium	0	100
Amaranthus hybridus	10	70

Blätter ohne Auswahl, die in 40 Unzenmaß atmosphärischer Luft von der Reinheit 100 gelegt waren, veränderten diese Luft während einer Nacht folgendermaßen:

Blätter von	Die Luft enthielt Kohlensaures Gas	Ihre Reinheit war
Ilex aquifolium	5	88
Juniperus officinalis	4	93
Berberis vulgaris	2	86
Franklinia alatamaha	3	85
Rhododendron maximum	1	95
Anoda triloba	2	88
Buxus vulgaris	2	90
Pinus strobus	2	88

Blätter von	Die Luft enthielt Kohlensaures Gas	Ihre Reinheit war
Mitchella repens	6	100
Asclepias syriaca	18	85
Hamamelis virginia	9	100
Bignonia radicans	3	77
Xantoriza tinctoria	1	94
Magnolia tripetala	5	67
Kalmia latifolia	2	85
Pinus picea	3	80
Liriodendron tulipifera	16	65

Nach einigen Naturforschern hauchen manche Pflanzen des Nachts Kohlensäure aus. Da aber die Menge des kohlensauren Gas von der Verderbniss der Blätter und der Temperatur, in welcher sie sich befinden, abhängt; so muss man die Erzeugung desselben eher den verwelkten Theilen der Blätter, deren Kohlenstoff sich mit dem Sauerstoffe der Atmosphäre verbindet, als irgend einer andern Ursach zuschreiben.

Um zu bestimmen, ob die Pflanzen *Stickgas* verschlucken, vermischte ich 8 Unzenmaass Stickgas mit 80 Unzenmaass atmosphärischer Luft; so dass die Reinheit derselben in dem Verhältnisse von 100:91 verringert wurde. In zwei Glocken, deren jede 40 Unzenmaass dieses Luftgemisches enthielt, wurde eine kleine Hand voll Blätter, in die eine von *Euphorbia picta*, in die andere von *Corylus avellana* gethan, und der Apparat 5 Stunden lang in die Sonne gestellt. Es bildete sich bei diesem Versuche keine Kohlensäure, und die Reinheit der Luft wurde nicht

Verschiedenheit der Blätter war keine wesentliche Veränderung wahrzunehmen.

Da nun weder die Blätter, Stengel und Wurzeln der Kohlensäure den Sauerstoff entziehen, so sollte man denken, dafs die Atmosphäre ihren Sauerstoffgehalt ersetzt bekomme, durch die Zersetzung dieses Gas, das sich beständig in der Atmosphäre und auch in dem Wasser, worin Pflanzen wachsen, befindet.

Die Menge der Kohlensäure in der atmosphärischen Luft kann, wenn auf Verschiedenheit der Quellen gesehen wird, sehr verschieden seyn. In gröfster Menge sollte sie sich in Luft der Städte befinden, wo sie durch die Prozesse des Verbrennens, des Athmens und der Fäulnifs vorzüglich erzeugt wird. Und doch wird man finden, dafs, wenn man ein Maafs Luft aus einer grofsen Stadt in ein Eudiometer über Kalkwasser bringt, das Kalkwasser keine milchige Beschaffenheit annimmt. Die Menge der Kohlensäure in dieser Luft ist also aufserordentlich klein. Da aber doch Alkalien, Erden, Metalle und das Wasser sie absorbiren und sich damit schwängern, so mag die Menge des darin enthaltnen kohlensauren Gas etwa $\frac{1}{10000}$ betragen.

Bedenkt man, dafs die Blätter den Sauerstoff aus der Kohlensäure nur im Sonnenlichte ausscheiden; dafs ferner jeder noch so kleine Insektenstich einen Theil des Blattes welken macht, da er dann am Tage so wohl als des Nachts Sauerstoff absorbirt; dafs in vielen Ländern im Herbste alle Blätter ab-

fallen, in Gährung oder Fäulnifs übergehen und so die Reinheit der Luft vermindern; und dafs endlich durch die Blüthen und Früchte der Pflanzen daſselbe geschieht: so sieht man, dafs wir berechtigt sind, zu behaupten, dafs die Pflanzen der atmosphärischen Luft den Sauerstoff nicht liefern.

Darwin nimmt an, dafs die in den Samenhülsen enthaltne Luft zur Oxygenation ihrer Samen diene. Allein ich fand die Luft in den Hülsen von *Cardiospermum halicacabum*, *Staphylea trifoliata*, *Colutea arborescens* und *Sophora australis*, als ich sie prüfte, minder rein als die atmosphärische Luft.

XII.

Ueber den Einfluss des Lichts auf einige Phänomene der Vegetation;

von

DECANDOLLE.*)

Diese Versuche wurden im naturhistorischen Museum angestellt, und zwar in der freien Luft und zugleich in zwei Kellern, die keine andern Oeffnungen als die Thür hatten. Der eine Keller wurde mit einem kleinen Ofen geheizt, so dass die Temperatur in einiger Entfernung vom Ofen nahe über der Erde 20°, ganz in der Nähe des Ofens aber 25 bis 30°, und auf ihm selbst 37° R. betrug. Der andre Keller war 9 Fuss hoch und 16 Quadratfuss gross und wurde von 6 Lampen *a la quinquet*, die 5 Fuss über dem Boden an den Wänden befestigt waren, erleuchtet. Die Pflanzen wurden entweder auf den Boden, oder auf ein 4 Fuss hohes Tischchen gesetzt, und erhielten nur eine Wärme von 15 bis 16°. Der Rauch der Lampen und die durch sie erwärmte Luft zog durch das Gewölbe der Treppe hinaus, während durch dasselbe ein Strom äusserer Luft in den Keller hineinsank. Nach Gr. Rumford's Methode

*) Ausgezogen aus einem Berichte Thouin's und Desfontaines an das Nationalinstitut über diese Versuche, *Journ. de Phys.*, t. 9, p. 124. *d. H.*

schätzte Decandolle das Licht dieser Lampen dem Lichte von 54 gewöhnlichen Wachslichtern gleich.

1. *Einfluss des künstlichen Lichts auf das Aufkeimen der Pflanzen und ihre grüne Farbe.* *) Decandolle säete am 23sten Juli 1800 in diesem Keller in ein Gefäss Kresse, (*Lepidium sativum*,) und zündete den 25sten die Lampen an. Die Samenkörner gingen in kurzer Zeit auf und die Blätter der jungen Pflanzen waren grün; ihr Grün war jedoch etwas weniges schwächer, als das der Pflanzen, die aus demselben zu gleicher Zeit gesäeten Samen in der freien Luft aufgekeimt waren.

Den 26sten Juli säete er in zwei Gefäse weissen Senf, (*Sinapis*,) und in zwei andere Leindotter, (*Myagrum sativum.*) Eins von jeden beiden Gefässen setzte er in die freie Luft, das andre in den erleuchteten Keller. In diesem erhoben sich die jungen Pflanzen schon gegen Mittag des andern Tages, sie fuhren fort zu wachsen und ihre Blätter und Stengel waren grün. Die der freien Luft ausgesetzten Samenkörner keimten 10 bis 12 Stunden später auf und die Pflanzen wuchsen viel langsamer. Wahrscheinlich rührte dies daher, weil auf die letztern keine so gleich stark anhaltende Wärme wirkte, wie auf die erstern.

*) Es ist bekannt, dass die Pflanzen, die im Sonnenlichte aufwachsen, eine grüne, die im Schatten stehn, aber eine graue oder silberweisse Farbe haben. *Th.*

Einfluss des künstlichen Lichtes auf die Sauerstoffgas-Entbindung der Pflanzen. Das Sonnenlicht färbt nicht blos die Pflanzen, sondern entwickelt aus ihnen zugleich ein Gas, das reicher an Sauerstoff, als die atmosphärische Luft ist. Um zu sehen, wie sich in dieser Hinsicht das künstliche Licht verhält, wurden am 25ten Juli des Abends um 8 Uhr Blätter von *Fucoides pusetata* und des *Lychnis barbata* in mit Wasser gefüllten und umgestürzten Gläsern der Wirkung des erwähnten Lampenlichts ausgesetzt. Morgens um 8 Uhr des andern Tages wurde keine Gasentwickelung zu verspüren, die doch im Sonnenlichte schon in einer halben Stunde vor sich geht.

Da diese Pflanzen vielleicht schon am Tage das Gas konnten ausgehaucht haben, und erst der Ruhe der Nacht bedurften, um wieder welches erzeugen zu können; so brachte Decandolle den Tag darauf zwei dieser Pflanzen auf dieselbe Art schon des Morgens ins Lampenlicht. Diese fingen ebenfalls wie die ersten erst nach Verlauf von 24 Stunden an Gasblasen zu geben. Das Gas enthielt nur 0,02 Sauerstoffgas; das übrige war Stickgas und kohlensaures Gas.

Aeste und Blätter der *Phyllixea media*, des *Sempervivum arboreum* und *der Aristolochia siphe* gaben sogar nach 24 Stunden kein Gas von sich.

Diese Versuche beweisen, dass dieses ausserordentlich helle Lampenlicht doch nicht stark genug war, die Sauerstoffgas-Entbindung bewirken zu

önnen, wiewohl es hinreichte, die Pflanzen grün
u färben.

3. *Einfluſs des Lichts und der Wärme auf das ugungsgeſchäft der Wurzeln und Zweige* ver- hiedner kraut- und holzartiger Pflanzen. Aus en Verſuchen, die Decandolle hierüber en- ellte, die ihm aber ſelbſt nicht genügen, und die daher noch wiederhohlen will, ſchien hervorzu- hen, daſs das Licht die Bewegung des Saftes in en Pflanzen, welche im Herbſte ihre Blätter ver- eren, beſchleunigt, auf die aber, welche das ganz Jahr hindurch Blätter behalten, keine merkliche irkung äuſsert.

4. *Einfluſs des Lichts auf die Erſcheinungen des achens und Schlafens der Pflanzen.* Man weiſs, aſs viele Blumen ſich ziemlich regelmäſsig zu ge- iſſen Stunden ſchlieſsen und aufthun, und daſs dieſe unden nicht für alle dieſelben ſind. Einige, (die *urnes*,) öffnen und ſchlieſsen ſich zu beſtimmten unden mehrere Tage hindurch; andre, (die *phé- ères*,) öffnen ſich nur einmahl, einige des Nachts, ndre am Tage, und fallen nach dem Schlieſsen ab der welken.

Im Dunkeln blühten die Blumen verſchiedner iſtusarten, welche des Morgens ſich öffnen und des Nachmittags abfallen, mehrere Tage hindurch; die lumenblätter des *Ciſtus villoſus* fielen zwar ab, doch rſt am Abend; die vom *Ciſtus albidus* dauerten 2 Tage; die vom *Ciſtus apenninus* 2½ Tag; und die lumenkronen verſchiedner andern *Ciſtus* ſchloſ-

ſen ſich ſogar, ohne abzufallen, was niemahls im Freien geſchieht.

Von den *Oenotheren*, deren Blumen gegen 8 Uhr des Abends aufblühen und in der Regel nach Sonnenaufgang des andern Tages verwelken, wurden drei Arten, die *Oenothera tetraptera*, *ſuaveolens* und *anomala*, eben in dem Augenblicke, als ihre Blumen ſich öffneten, dem Lampenlichte ausgeſetzt und darin 2 Nächte und 2 Tage ſtehen gelaſſen. Die Blume der erſten Pflanze welkte ſehr ſchnell; den Tag darauf gab ſie neue Blumen, welche die ganze Nacht offen blieben. Die Blume der zweiten dauerte 48 Stunden und gegen 8 Uhr des Abends am andern Tage blühten zwei neue auf, die ſich erſt nach 24 Stunden ſchloſſen. Die Blumen der dritten welkten wie gewöhnlich am Morgen des andern Tages und ſie blühte nicht wieder.

Die Erſcheinungen, welche die Nachtviolen, (*Belles de nuit*,) darboten, waren regelmäſsiger und gleichförmiger. Die Blumen, die dem anhaltenden Lampenlichte ausgeſetzt blieben, öffneten ſich etwas eher und ſchloſſen ſich auch etwas ſpäter als gewöhnlich. Um zu erfahren, ob ſich die Stunden ihres Schlafes nicht gänzlich verändern lieſsen, zündete Decandolle drei auf einander folgende Tage hindurch die Lampen um 8 Uhr des Abends an und löſchte ſie des Morgens um 6 Uhr aus. Den erſten Tag blühten die Nachtviolen des Abends, wie gewöhnlich, auf; die beiden andern Tage aber öffneten ſich ihre Blumen beſtändig am Morgen und

ſchloſſen ſich erſt am Abend, und zwar in demſelben Augenblicke, als die Lampen angezündet wurden.

Die Blumen des *Ornithogalum umbellatum*, die ſich, wie bekannt, alle Tage gegen 11 Uhr des Morgens öffnen und um 3 Uhr Nachmittags ſchlieſſen, ſchloſſen ſich beinahe ſogleich, als man ſie ins Dunkle brachte, und öffneten ſich, wenn ſie wieder in das Sonnenlicht kamen. Dieſer Verſuch iſt mehrmahls mit verſchiednen Exemplaren wiederhohlt worden und gab immer daſſelbe Reſultat.

Die Blumen des *Convolvulus purpureus* blühen um 10 Uhr des Abends auf, und ſchlieſſen ſich gegen 11 Uhr des Mittags. In dem durch Lampen erleuchteten Keller öffneten ſie ſich am erſten Tage zur gewöhnlichen Stunde und ſchloſſen ſich nach 7 Uhr des Morgens. Den andern Tag waren ſie ſchon um 6 Uhr des Abends auf und um Mitternacht zu. Auf die Blumen des *Convolvulus arvenſis* und des *Conv. cneorum* äuſserte aber das künſtliche Licht keine merkliche Wirkung.

Die Blumen der *Silene amana* und *fericea*, welche in der Nacht offen und am Tage geſchloſſen ſind, öffneten ſich beim Lampenlichte des Abends und ſchloſſen ſich nicht wieder, ſo lange ſie dieſem Lichte ausgeſetzt blieben, ſelbſt nicht am Tage. Die *Silene fruticoſa* betrug ſich dagegen hier genau wie im Freien.

Verſchiedne Arten der *Ficoides* und andere Blumen haben weder im erleuchteten, noch im geheizten dunkeln Keller ihr gleich bleibende Erſcheinun-

gen gegeben. Nur die *Anthemis maritima*, die ihre Blumen des Nachts geschlossen hält, behielt sie im Lampenlichte beständig offen.

5. Aehnliche Versuche stellte Decandolle auch mit den *Blättern* der Pflanzen an, von denen die meisten, wie bekannt, ihre Lage am Morgen und am Abend verändern. So viel sich indefs aus seinen Resultaten schliefsen läfst, scheint es nicht, dafs diese Erscheinung von der Wirkung des Lichtes herrühre. Die *Oxalis incarnata* und *stricta* öffneten und schlossen im erleuchteten und im geheizten Keller ihre Blätter stets zu denselben Stunden wie im Freien; trotz aller möglichen Versuche konnte man es nicht dahin bringen, die Stunden ihres Schlafens und Wachens zu verändern. Eben so fuhr die *Mimosa leucocephala* 3 Nächte hindurch beim Lampenlichte und 3 Täge hindurch im Dunkeln fort, ihre Blätter stets am Tage zu öffnen und des Nachts zu schliefsen, jedoch minder vollkommen als in der freien Luft.

Die *Mimosa pudica* gab bei diesen Versuchen sehr abweichende und sonderbare Erscheinungen. Den 25sten Juli Abends um 8 Uhr wurden zweige schlossene Pflanzen in den erleuchteten Keller gesetzt; ihre Blätter öffneten sich um 2 Uhr des Morgens, 1½ St. früher, als die, welche sich im Treibbeete und im Gewächshause befanden, und schlossen sich um 3 Uhr Nachmittags. Den andern Tag öffneten sich ihre Blätter um Mitternacht und schlossen sich um 2 Uhr Nachmittags. Man wiederholte diese Versuche mit andern Exemplaren und erhielt

immer dieſelben Erſcheinungen, und alle dieſe Mimoſen hatten ihre Reizbarkeit behalten. Bei dieſer Mimoſe gelang es Decandolle auch die Stunden ihres Wachens dadurch zu verändern, daſs er den Keller des Tages dunkel lieſs und des Nachts erleuchtete. Unmerklich änderten die beiden Pflanzen, mit denen er den Verſuch anſtellte, die Stunde ihres Schlafes, und den dritten Tag öffneten ſie ſich des Abends und ſchloſſen ſich am Morgen. Wie ſie in die freie Luft gebracht wurden, beobachteten ſie bald wieder ihre gewöhnlichen Zeiten.

Verſchiedene andre Stöcke dieſer Mimoſe wurden auch in dem nicht erleuchteten, aber zu 20 bis 37° geheizten Keller geſetzt. Sie öffneten erſt des Morgens ihre Blätter, und zwar viel ſpäter als ſonſt. Die Blätter des Stockes, der auf dem Ofen ſtand und eine Hitze von 37° erhielt, öffneten ſich erſt um 7 Uhr des Morgens, ſchloſſen ſich aber um 1 Uhr Nachmittags, und waren nicht mehr reizbar. Als dieſer Stock ins Gewächshaus gebracht war, erholte er ſich wieder und nahm nach und nach die gewöhnlichen Zeiten des Wachens und Schlafens wieder an.

Daſs die Wärme nicht die unmittelbare Urſach des wachenden Zuſtandes der Mimoſen iſt, geht ſchon daraus hervor, daſs ſich im Sommer ihre Blätter ſchon um halb 6 Uhr des Abends ſchlieſsen, wo die Wärme doch noch ſehr ſtark iſt, und ſich um 8 Uhr des Morgens öffnen, wann die Luft am friſcheſten iſt; und daſs auch die Blätter der Stöcke, die in freier Luft ſtehn und die im Gewächshauſe

ſich befinden, ſich zu denſelben Stunden öffnen und ſchlieſsen. Merkwürdig iſt es, daſs ſich die Blätter des *Hedyſarum gyrans* zu allen Stunden der Nacht, wie am Tage, bewegen.

Die mechaniſchen Erklärungen dieſer ſonderbaren Erſcheinungen werden von Decandolle auf eine ſehr genügende Art widerlegt. Er glaubt, daſs ſie von ihrer Organiſation und ſelbſt von dem Leben dieſer Pflanzen und einer eignen Art von Reizbarkeit abhängen.

---

6. Aehnliche Verſuche hat Decandolle auch über den Einfluſs des Lichtes auf die Gefäſse der Pflanzen angeſtellt, die Hedwig *Vaſa lymphatica cuticulae*, er aber, weil ihre Function noch allzu ungewiſs iſt, nach ihrer Form und Lage, *Rinden-Poren* nennt. *) Sie finden ſich hauptſächlich auf der Rinde der Blätter. Zieht man dieſe Rinde vom Blatte ab, und befreit ſie vom Parenchyma, ſo ſieht man unter dem Mikroſkope das fibröſe Netz, welches die Epidermis bildet, und drei oder vier ſehr zarte Fibern, die aus dem Netze entſpringen, und in einer kleinen eiförmigen Fläche ſich endigen, in deren Mitte ſich eine mehr oder weniger längliche offne oder verſchloſsne Pore befindet. Bekanntlich beſteht der Blattſtiel aus Fibern, welche, indem ſie ſich zertheilen, die Blattſcheibe bilden; die letzten Veräſtelungen dieſer Fibern endi-

*) *Journal de Phyſique*, t. 9, p. 133, woraus Folgendes ausgezogen iſt. *d. H.*

gen ſich gerade bei den Poren, wie das z. B. die Blätter der *Craſſula punctata* beweiſen, deren Oberflächen mit runden, mit bloſsem Auge ſichtbaren Punkten überſäet ſind. Zieht man die Rinde ab, ſo ſieht man, daſs jeder dieſer Punkte von einem Bündel von Fibern gebildet wird, die ſich hier endigen, nachdem ſie das Zellgewebe durchgegangen ſind, und unter dem Mikroſkope entdeckt man hier einen Haufen von Poren, während man auf dem übrigen Theile der Oberfläche wenige oder gar keine erblickt. Bei ſehr fibröſen Blättern, z. B. denen der *Camellia japonica* oder des *Celaſtrus buxifolius*, hat Decandolle auf einer Fläche von 2 Quadratmillimètres 60 Poren, hingegen bei ſehr fleiſchigen Blättern, die nur ſehr wenige Fibern haben, auf demſelben Raume nur 5 bis 8 ſolcher Poren gezählt. Nie finden ſich die Poren auf den Adern der Blätter, wo dagegen die Haare ſtehn. Auch ſind dieſe Rindenporen auf den Blättern in weit gröſserer Menge, als an andern Theilen der Pflanzen vorhanden. Bei den Baumblättern befinden ſie ſich gewöhnlich nur auf der obern Fläche, bei den Blättern der Kräuter aber auf beiden Flächen. Doch leidet dieſes mehrere Ausnahmen.

Nur die weichen und blätterartigen *Pflanzenſtengel*, z. B. der Kürbiſſe und Gräſer, und die Stengel der blätterloſen Pflanzen, z. B. der *Ephedra* und *Stapelia*, haben Poren; die Stengel der *Cuscuta* dagegen keine. (Decandolle bemerkt, dieſe ſonderbare Pflanze gebe weder in der Sonne noch des Nachts unter Waſſer Sauerſtoffgas.) Haben die

Stengel Poren, ſo ſitzen ſie immer in den Furchen und die Haare beſtändig auf deren Rücken. An den *Wurzeln* und *Schuppen* der Zwiebeln bemerkt man keine Poren; die *Afterblätter* und *Nebenblätter* aber ſind damit wie die ordentlichen Blätter verſehen, die bloſs häutigen, und die, welche bald abfallen, ausgenommen. Die fleiſchigen *Früchte* ſind ohne Poren; dagegen finden ſich die Poren auf verſchiednen nicht-fleiſchigen *Fruchthüllen* und auf dem gröſsten Theile der Fruchthüllen ſolcher Pflanzen, die nur Ein Samenblatt haben. Man bemerkt ſie nicht auf dem *Samenhäutchen;* aber auf allen *Samenblättchen*, nur nicht auf den fleiſchigen, z. B. der Bohnen, Wicken, Erbſen u. ſ. w. — Den Pflanzen ohne Samenlappen, nämlich den Champignons, Byſſus, Meergräſern, Stein- und Lebermooſen fehlen die Rindenporen gänzlich. Decandolle bemerkt aber, daſs alle dieſe Pflanzen auch keine Rinde und vielleicht ſelbſt keine Epidermis haben, daher die Champignons ſo ſchnell faulen und die Meergräſer und Lebermooſe ſo leicht von Flüſſigkeiten durchdrungen werden, was bei den vollkommnern Pflanzen nicht geſchieht. Alle Pflanzen, die einen oder zwei Samenlappen haben, ſind auch mit einer Rinde verſehen. Die Rinde der Mooſe hat aber keine Poren; die Rinde der Farrenkräuter hat dergleichen, aber nur auf der untern Fläche der Blätter.

Decandolle ſchlieſst aus vielen Beobachtungen, daſs die Rindenporen ſich nur an den Pflanzentheilen befinden, welche der *freien Luft* und dem *Lichte* ausgeſetzt ſind. So findet man ſie nie

an den Theilen der Grashalme, die mit den Blattscheiden bedeckt sind, auch nicht auf der innern Fläche dieser Scheiden; ferner nicht auf der innern Fläche der Kelchschuppen der zusammengesetzten und mehrerer andern Blumen. Pflanzen, die ganz unter Wasser wachsen, besitzen diese Poren ganz und gar nicht; die Theile der Wasserpflanzen, welche aus dem Wasser hervorragen, sind dagegen mit ihnen übersäet, indess die unter dem Wasser befindlichen Theile keine Poren haben. So auch bei den auf dem Wasser schwimmenden Blättern. Alle Pflanzen, denen diese Poren fehlen, wenn sie im Wasser leben, haben dergleichen, wenn sie in der freien Luft wachsen, und umgekehrt. Im Garten aufgewachsene Krausemünze, die auf jeder untern Fläche eines Blattes 1800 Poren hat, erhält, wenn man sie einige Zeit in Wasser stehen läßt, auf den im Wasser entstandenen neuen Trieben und Blättern gar keine Poren. — Auf den übertriebnen Pflanzen finden sich die Poren ebenfalls nicht. Decandolle zählte auf jeder Fläche der Samenblätter des weissen Senfes und der Kresse, wenn sie im Freien aufgewachsen waren, 250 Poren; auf Pflanzenexemplaren derselben Arten, die im Dunkeln aufgezogen waren, keine einzige; und auf denen, welche in dem mit 6 Lampen *à la quinquet* erleuchteten Keller aufwuchsen, auf jeder Fläche der Samenblätter nur 150 Poren. — Eben so findet man sie auch nicht auf den Theilen der Zwiebelblätter, die von der Erde bedeckt sind, aber wohl auf denen, die über sie hervorragen.

Die Rindenporen dienen nach Decandolle *weder* zur Hervorbringung des grüngrauen Staubes, mit dem die Blätter gewiſſer Pflanzen bedeckt ſind, denn viele fleiſchigen Früchte und Pflanzen, die keine oder nur wenige Poren haben, ſind mit dieſem Staube verſehn, indeſs er andern porenreichen Pflanzen fehlt; *noch* zur bemerkbaren Tranſpiration, weil dieſe nicht bei allen Pflanzen, welche Poren haben, ſtatt findet, und unter andern auch die Wurzeln, wie Brugmann bemerkt hat, ausdünſten, obſchon ſie keine Poren beſitzen; *noch* endlich zur Entbindung des Sauerſtoffgas, da ſolches nicht nur viele Blätter, die nur auf Einer Fläche Poren haben, auf beiden, ſondern ſelbſt Fruchthüllen, Moosarten und Waſſerpflanzen, die gar keine Poren haben, liefern. Dagegen glaubt Decandolle, daſs ſie *erſtens* die Organe der unmerklichen Ausdünſtung ſind, welche allen Erdpflanzen gemein ſey, die auch alle Poren haben, indeſs ſie bei den unter Waſſer lebenden Pflanzen, die keine haben, unwahrſcheinlich ſey, ſich auch in ihrer Stärke nach der Menge der Poren zu richten ſcheine; und daſs ſie *zweitens*, in gewiſſen Fällen zur Einſaugung der die Pflanzen umgebenden Feuchtigkeit dienen, wie denn nach bekannten Erfahrungen einige befeuchtete Pflanzen, die in freier Luft hängen, dennoch Saft bekommen und wachſen.

XIII.

BEMERKUNGEN

über das Treiben und Abfallen der Blätter, und die Merkmahle, woran man wahrnimmt, wenn die Blätter in ihrer ganzen Kraft ſtehn und für den officinellen oder wirthſchaftlichen Gebrauch einzuſammeln ſind,

von

MORELOT,

Prof. an der pharmaceut. Schule in Paris. *)

Rückſicht der Entſtehungsart der Blätter der Stabilien ſtimmen die Naturforſcher ganz mit den Botanikern überein. Beide betrachten ſie als eine Verlängerung der Rinde des Stammes, oder Zweigs, worauf ſie wachſen, ja ſogar deſſen, worein ihre Aeſtchen als Pfropfreiſer eingepflanzt ſind. Ob die Blätter ohne oder mit einem Stiele an derſelben ſitzen, hat ſo wenig Einfluſs als ihre Geſtalt auf ihr Wachsthum, den gröſsten Grad der Kraft, ihre phyſiſchen Functionen und das Welken und Abfallen derſelben.

Der erſte Zuſtand eines Blattes iſt das, was man Knospe oder Sproſſe nennt. Ein ſehr merkwürdiger und noch nirgends aufgezeichneter Umſtand iſt der, daſs alle Knospen zu der Zeit ihres erſten Aufkeimens einen mehr oder weniger merkbaren Geruch haben, der der zweiten Rinde des Stam-

*) *Journ. de Phyſ.*, t. 6, p. 368. d. H.

mes der Pflanze zugehört und diesem ähnlich ist, und der sich in dem Maafse verliert, als sich die Knospe verlängert und in Blätter verwandelt. Hätte man den Akt der Vegetation genau beobachtet und verfolgt, so würde man bemerkt haben, dafs dieser flüchtige Geruch oder dieses Aroma, eben so wie der harzige Firnifs, der die Knospe in ihrer Kindheit schützt, nur für die Empfänglichkeit unsrer Organe, aber nicht wirklich verschwindet. Dieses Aroma wird nur deswegen mit dem Wachsthume des Blattes weniger merklich, weil es sich nach und nach mehr verbreitet und von dem Safte als dem zur Vegetation wesentlichen Wasser der Pflanze überschwemmt, oder gleichsam ertränkt wird. Eben so wird auch der harzige Ueberzug der Pflanze wie ein Goldblättchen unter dem Hammer des Goldschlägers verdünnt und über die ganze Oberfläche des Blattes ausgedehnt, um das Blatt gegen das Wasser undurchdringlich zu machen. Er wird ein überall integrirender Theil des Blattes, und versieht so für dessen Erhaltung einen unendlich wichtigen Dienst.

Alle Botaniker kennen die Hauptfunctionen der Blätter in Rücksicht der ganzen Pflanze. Sie wissen, dafs sich in ihnen die einathmenden und ausdünstenden Organe befinden, und dafs sie das Wasser zersetzen, indem sie den Wasserstoff desselben sich zueignen, und im Tageslichte Sauerstoffgas, in der Dunkelheit der Nacht aber kohlensaures Gas aushauchen. Diese verschiedne Ausdünstung der Blätter wird von Kräften chemischer Anziehungen bewirkt, von denen weiter zu reden hier nicht der Ort ist.

Kaum sind die Blätter aus dem Zustande ihrer Kindheit herausgetreten, so erzeigen sie ihren Stämmen nicht geringere Dienste, als sie von ihnen empfangen haben, und man kann sagen, dass zwischen beiden ein beständiger Akt wechselseitiger Wohlthätigkeit statt findet. Denn so bald die Blätter ihre organischen Fähigkeiten erlangt haben, dienen sie als Kanäle, um dem Stämmen eine bestimmte Quantität des Wasserstoffs zu überliefern, den sie aus dem Wasser zersetzt haben, und welches sich mit dem Kohlenstoffe der Pflanze verbindet. Aus der Verschiedenheit der Verhältnisse, worin dieses geschieht, und auch Sauerstoff dazu kömmt, entsteht die Verschiedenheit des eigenthümlichen Safts der Pflanzen und die geringere oder grössere Festigkeit und Härtigkeit ihrer Stämme oder Stiele. Die Blätter erhalten vermittelst dieser Arbeit der Natur ebenfalls mehr Consistenz; ihre Farbe bekommt eine dunklere Schattirung, und ihr Aroma wird merkbarer. Die nun höhere Temperatur der Luft bewirkt, dass sie die überflüssigen Feuchtigkeiten ausdünsten, und dass nun ihre wesentlichsten Grundkräfte in einem mehr genäherten Zustande sich vereinigen oder concentriren. So kömmt dann der Augenblick ihrer vollesten Lebenskraft, der sich durch äussere Merkmahle offenbart, die wir nun Reinlich machen wollen.

Diese Zeichen sind sowohl bei den Pflanzen mit weichen und holzigen Stengeln, als auch bei den Bäumen und Sträuchern sehr merklich. Die ersten Blätter, die sich bei den Pflanzen mit weichen Stengeln, aus der Wurzel erheben, sind bald breiter, bald

ſchmäler, und beinahe immer von einer andern Geſtalt, als die, die nach ihnen folgen. Sie dienen zu wirklichen Behältern des Saftes, der zum Wachsthume des Stengels beitragen muſs; und heiſsen Wurzelblätter. Die zweiten Blätter, die ſich nachher zeigen, nähern ſich ſchon mehr der Geſtalt derjenigen, die der Pflanze eigentlich zugehören und die zu ihrer Reife kommen ſollen; ſchmiegen ſie ſich an die Pflanze an, ſo kann man von dem Gedeihen derſelben verſichert ſeyn. Sind die dritten Blätter hervorgekommen und ſtark genug geworden, um ſich ſelbſt ernähren zu können, ſo bedürfen ſie keines Beiſtands mehr von denen, die zuerſt hervorſproſsten. Dieſe erſten, deren Feuchtigkeit vielmehr ein ſaftiges Produkt als ein eigentlicher Pflanzenſaft iſt, und nur einen grasartigen Geruch hat, welken, ſobald die Pflanze zu gedeihen beginnt, ſchrumpfen zuſammen, vertrocknen und trennen ſich vom Stamme oder Stengel, weil ſie keine Nahrung mehr in ſich nehmen und alle Gemeinſchaft mit dem Stengel aufhört.

In den Pflanzen, die zwei Jahre oder länger leben, ſind die Phänomene der Vegetation zwar dieſelben, aber darin merkwürdiger, daſs ſich die Arbeit der Natur in ihnen leichter verfolgen läſst. Die Blätter dieſer Art Pflanzen beſtreiten beinahe den ganzen Unterhalt der Pflanze. Ihre Wurzeln ſind holzig und können mit ihren Saftkanälen nur ſehr wenig Feuchtigkeiten einziehen; die Stengel würden daher bald vertrocknen, wenn nicht die Natur in ihren Blättern eine unendliche Anzahl Saft-

bläschen oder Luftröhren angebracht hätte, durch welche die zum Wachsthume und zur Reife erforderliche Nahrung ihnen beständig von neuem zugeführt wird. Die Blätter, die sich zuerst zeigen, werden, wie bei den vorhergehenden Pflanzen, durch das Aufsteigen der saftigen Flüssigkeit hervorgebracht, die durch die Wurzeln eingesogen wird, die Verwandlung dieser Flüssigkeit aber in den eigenthümlichen Saft geschieht nur durch die Functionen, welche die spätern Blätter verrichten. Die Wurzelblätter sind in der ganzen Länge des Stamms oder Stengels ausserordentlich zahlreich, und fallen wie bei den Pflanzen der ersten Art sehr zeitig ab, indess die andern sich durch eine mehr vollendete Entwickelung vervollkommnen.

Die Blätter der Bäume folgen gänzlich denselben Gesetzen der Vegetation; die ersten welken schon ab, wenn die, die in der Folge entstehn, kaum noch den Zustand ihrer Kindheit erreicht haben.

Das entschiedne Gedeihen der Blätter der Vegetabilien kündigt sich also durch das Abfallen derer an, die der Wurzel am nächsten sind; durch die Stärke ihrer Farbe, die ein dunkleres Grün ist; durch ihre Neigung gegen den Stamm, und ihre mehr senkrechte als horizontale Lage; durch ihr dickfleischiges und gedrängtes Gewebe; und durch ihr merkbares und mehr gleichartiges Aroma.

Der Zeitpunkt ihrer Vollendung oder vollkommensten Kraft ist der, wenn sich die Blumen der Pflanzen zu entfalten anfangen. Diese zweite Epoche verkündigt eine neue Arbeit der Natur. Die Blätter

fangen an abzunehmen, ihr Vegetationswasser verringert sich etwas, und sie treten in die zweite Periode ihres Daseyns, die sie unmerklich zum Alter führt. In dem Augenblicke des Beginnens der Blüthe sind die Functionen ihrer Vitalität erfüllt; sie ernähren sich nicht mehr durch Einsaugung der Feuchtigkeit; sie nehmen nicht mehr an Gröfse zu, und erhalten sich nur noch von dem, was sie zu ihrem Bestehn in sich angehäuft haben. Ihre Grundstoffe concentriren sich noch mehr, und sie sind nun in Rücksicht der Blumen die Behälter der eigenthümlichen und hinlänglich ausgearbeiteten Säfte, um diesen alles das zuzuführen, was zur Entwickelung der Zeugungs- oder Fruchtorgane erforderlich ist. Man begreift, dafs zu einer so wichtigen Function es nöthig ist, dafs die erste Arbeit der Natur nichts Unvollkommnes liefere. Der Akt der Vegetation ist dann vollendet, die Blätter und der Stamm oder der Stengel der Pflanze vertrocknen, indem sie den Blumen und nachher den Früchten alles überliefern, was die Natur durch eine lange Arbeit sie hat zubereiten lassen, ihrem Zwecke getreu, der in allen organisirten Wesen die beständige Wiedererzeugung der Gattung ist.

So wie wir das Abfallen der Wurzelblätter nicht der Abnutzung des Würkstoffs, sondern der Erschöpfung des eigenthümlichen Saftes dieser Blätter zu Gunsten des Stammes und der Blätter, die er treibt, zuzuschreiben haben: so müssen wir das Abfallen der andern Blätter der Pflanze in den Zeitpunkt versetzen, wenn zwischen ihnen und dem Stamme keine Gemeinschaft mehr durch Saftführung der Flüssigkeiten vermittelst der Gefäfse statt findet. Ist die Befruchtung vollendet und die Frucht zu ihrer Reife gediehen, so fällt auch sie aus demselben Grunde ab, weil nämlich die Organe der Safteinziehung sich zusammenziehen und untauglich werden. Die Blät-

er, die noch auf dem Baume sich befinden, nachdem die Befruchtung vollendet ist, lassen nun die Säfte entweichen, welche sie bisher in dem Zustande des Grünseyns erhielten; sie entfärben sich, werden gelb oder roth, wie das Weinlaub, und diese neue Färbung ist wahrscheinlich einer wahren Zersetzung des blausauren Eisens zuzuschreiben, das in dem Zustand des gelb oder roth oxydirten Eisens gebracht wird. (?) Sie müssen nachher abfallen, wenn sie gänzlich oxydirt sind. Wenn der eigenthümliche Saft der Blätter mehr harzig als wässerig ist, so werden sie an dem Stamme hängen bleiben, weil ein jedes Vegetabile nur ganz unmerklich seinen eigenthümlichen Saft verliert, bei diesen Pflanzen die eine Temperatur höher als in den wässerigen ist, und solche Blätter für das Wasser viel undurchdringlicher sind. Endlich bemerkt man noch, dass die Blätter der Pflanzen, die weder Blüthen noch Früchte, oder nur sehr kleine Blüthen und Früchte tragen, eine viel längere lebhafte Dauer haben, als die Pflanzen, welche überhaupt oder doch wenigstens sehr grosse Blüthen und Früchte hervorbringen.

Man sieht hieraus, dass das Blättertreiben der Pflanzen eine einfache Operation der Natur ist, die sich alle Jahre nothwendig erneuert, die Pflanze mag nun ihre Blätter abgelegt haben oder nicht.

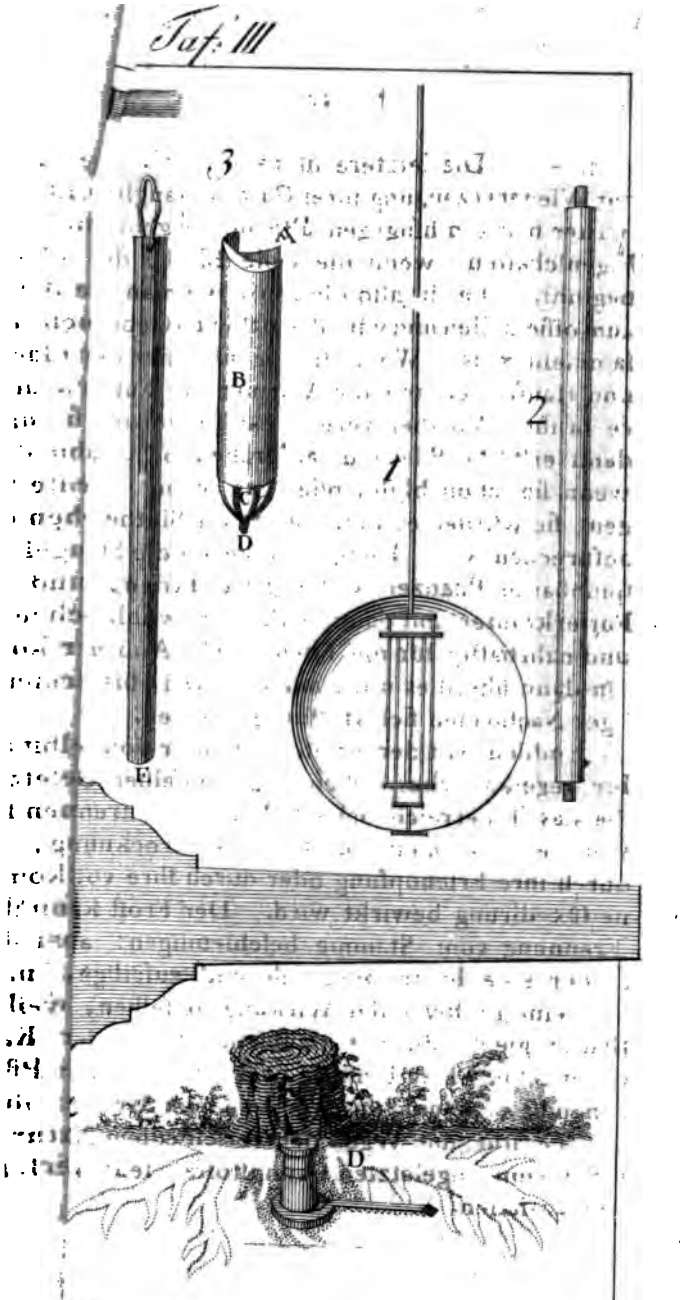
Die ersten Blätter, die aus den Pflanzen hervorkommen, haben noch nicht die medicinischen oder officinellen Eigenschaften, welche die nachfolgenden erhalten. Der Arzt, der ihren Gebrauch vorschreibt, und der Apotheker, der sie zubereitet, er mag nun ihren Saft auspressen oder Extracte von ihnen verfertigen, betrügen sich: es ist sogar zu befürchten, dass ihr Gebrauch schädlich werden kann.

Die Zeit der Reife der Blätter ist die, wenn sie in ihrer vollesten Kraft sich befinden. Man muss nicht die Reife der Blätter mit der der ganzen Pflanze ver-

wechſeln. Die letztere iſt reif, wenn ihre Frucht zur Wiedererzeugung ihrer Gattung tauglich iſt; die Blätter beſitzen hingegen alle ihre eigenthümlichen Eigenſchaften, wenn die volle Blüthe der Pflanze beginnt. Dies iſt alſo die Zeit, wo man die Blätter zum officinellen und wirthſchaftlichen Gebrauche einſammeln muſs. Wenn die Eigenthümer der Flachs- und Hanffelder und die Anbauer der Futterkräuter recht ihren Vortheil verſtünden, ſo würden ſie nicht dann erſt die Pflanzen ausgraben oder abmähen, wenn ſie ſchon blühn oder gar ſchon Früchte tragen; ſie würden es thun, wenn die Blüthe eben erſt aufbrechen will. Denn dann geben die Stengel der ſpinnbaren Pflanzen viel feinere Fäden, und die Futterkräuter ſind dann viel zarter, wohlriechender und nahrhafter für die Thiere. Die Anbauer könnten dann überdies noch auf ein zwei- bis dreimahliges Nachhauen ſich Hoffnung machen.

Endlich tritt der Abfall der Blätter von ſelbſt ein. Ihr vegetabiliſches Leben folgt denſelben Geſetzen, die das Thierreich beherrſchen. Sie trennen ſich von den Stämmen durch die Vertrocknung, die durch ihre Erſchöpfung oder durch ihre vollkommne Oxydirung bewirkt wird. Der Froſt kann ihre Trennung vom Stamme beſchleunigen; aber dies iſt nur eine hinzukommende und zufällige, nicht aber eine nothwendige Wirkung deſſelben, weil es Blätter giebt, die der phyſiſchen Kraft der Kälte widerſtehn. Der Einfluſs des Froſtes auf die Pflanzen muſs, wegen des verſchiednen Grades ihrer Temperatur und wegen der verſchiednen Natur ihrer zuſammengeſetzten Grundſtoffe, ſehr verſchieden ausfallen.

Taf. III



Gilberts Ann. d. Phys. 14B. 786.

ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1803, ACHTES STÜCK.

I.

Ueber die Entladung der Voltaiſchen Säule durch Vermittelung einer beträchtlichen Strecke eines Stroms,

vom

Profeſſor ERMAN

in Berlin.

Die Schlieſsung des electriſchen Kreiſes an der Voltaiſchen Säule durch eine ſehr ausgedehnte Waſſermaſſe iſt bereits verſucht worden; ich ſelbſt habe daher dieſe Action in einem 18 Fuſs langen Gasparate beobachtet, (*Annalen*, VIII, 206.) Dieſes geſchah aber in Glasröhren, wo ein ſehr dünner Waſſercylinder mit iſolirenden Wänden ganz umgeben war. Begierig, zu wiſſen, wie der Erfolg ſeyn würde, wenn eine für unendlich zu haltende, ganz freie und uniſolirte Maſſe von Waſſer mit in den electriſchen Kreis bei Schlieſsung der Kette gezogen würde, wählte ich zu dieſem Verſuche eine Stelle

in der Havel bei Potsdam, wo der Strom eine breite seeartige Wasserfläche ergiefst. Auf einem Prahm, der weit genug im Strome durch Pfählen unbeweglich erhalten wurde, errichtete ich die Zink-Silber-Säule von hundert Schichtungen. Von dem einen Pole ging ein Draht in das Wasser, der entgegengesetzte Pol gehörte an Draht, der in einer Länge von 124½ Fuss über dem Wasserspiegel und parallel mit demselben ausgespannt, und an einem eingerammten Pfahle von äusserst trockenem und vollkommen tönendem Holze befestigt war.

Mein Vorsatz war, diesen Polardraht noch weiter auszudehnen, und ich hatte über 600 Fuss desselben vorräthig; es fand sich aber, dass die gewählte Nummer etwas zu schwach war; ich versuchte öfters den Draht in einer Länge von 500 Fuss über dem Wasser auszuspannen, und jedes Mal riss er in der Mitte durch sein eignes Gewicht, vermuthlich weil beim Ausglühen einige Stellen zu sehr oxydirt wurden. Ich musste mich also vor der Hand mit der kleinern Distanz von 124½ Fuss begnügen, der ich aber nachher doch noch eine Länge von 100 Fuss hinzufügte.

Der ausgespannte Polardraht berührte übrigens den Pol der Säule nicht unmittelbar, sondern nur vermittelst eines Gasapparats. Blieb nun alles in dem erwähnten Zustande, so dass der ausgespannte Draht an seinem von der Säule abgewendeten Ende nicht mit dem Wasser in Berührung kam, so fand

keine Wafſerzerſetzung im Apparate ſtatt. Sobald man aber dieſes Ende mit dem darunter ſtehenden Waſſer durch eine angebrachte metalliſche Zuleitung in Verbindung ſetzte, ſo ging in einem Nu die Zerſetzung von ſtatten, und zwar gerade mit derſelben Energie, als wäre der Gasapparat unmittelbar von Pol zu Pol angebracht worden, ſo daſs die Wirkung ſich vollkommen gleich blieb, der ſchlieſsende Bogen mochte eine Ausdehnung von 4½ Fuſs, oder von 249 Fuſs haben. Dieſe Erſcheinung wird um ſo auffallender, wenn wir bedenken, daſs die Hälfte dieſes 249 Fuſs langen Bogens eine ungeheure Maſſe von uniſolirtem Waſſer iſt, wo ſich dem Anſcheine nach die äuſserſt geringe Menge von erregter Electricität ganz und gar zu verlieren droht.

Daſs aber keine Täuſchung hier ſtatt findet, und daſs die electriſche Action wirklich durch die ganze Waſſermaſſe ſich fortpflanzte, davon giebt das Detail des Verſuchs den vollkommenſten Beweis.

1. Zog man den Draht, der vom untern Pole geradezu in den Strom hing, aus dem Waſſer heraus, ſo hörte ebenfalls alle Waſſerzerſetzung auf.

2. Hielt man mit der einen Hand das Ende des langen ausgeſpannten Polardrahts, während man mit der andern irgend einen Punkt der groſsen Waſſerfläche berührte, ſo bekam man eine Commotion, die beinahe eben ſo ſtark war, als hätte man die Pole unmittelbar durch gemeinſchaftliche Berührung mit beiden Händen entladen.

3. Das Nämliche fand ſtatt, wenn das Ende des langen Polardrahts ins Waſſer hing, und man 129 Fuſs davon den Draht des entgegengeſetzten Pols in die eine Hand nahm, und mit der andern die Oberfläche des Waſſers berührte.

4. Hing das Ende des langen Polardrahts ins Waſſer, und wurde der entgegengeſetzte Polardraht aus dem Waſſer gezogen, ſo gab das Electrometer, welches man an dem Ende des langen Drahts oder an dem darunter ſtehenden Waſſer applicirte, eine ſehr ſtarke +-Divergenz. Prüfte man aber das Waſſer, welches um 3 bis 4 Fuſs im Umkreiſe vom Polardrahte entfernt war, ſo wurde die Divergenz immer ſchwächer, und in einer Entfernung von 6 Fuſs Radius ſchien mir jede Spur von Divergenz aufgehört zu haben.

Das Nämliche fand in der Gegend des Waſſers ſtatt, wo der entgegengeſetzte Polardraht hing, nur daſs die Divergenz der Art nach das Umgekehrte der vorigen war.

5. Ich war daher begierig, zu wiſſen, wie ſich die electroſkopiſchen Erſcheinungen verhalten würden, wenn beide Drähte in das Waſſer hängend die Zerſetzung im Gasapparate geben würden. Nach der Analogie meiner frühern Verſuche hätte ſich in der Gegend des —-Drahts das Waſſer negativ zeigen ſollen, und an der entgegengeſetzten, wo der +-Draht hinein reichte, hätten poſitive Divergenzen entſtehen müſſen. Dieſes fand aber nicht ſtatt; ſobald die Kette geſchloſſen war, verſchwand jede

Spur von Electricität. Dieſes könnte vielleicht das Charakteriſtiſche des unter dieſen Umſtänden angeſtellten Verſuchs abgeben, da bei eingeſchloſsnen und innerhalb gewiſſer Grenzen kleinern Waſſermaſſen die Polarität des Waſſers unverkennbar iſt. Vielleicht würde aber auch eine kräftigere Säule die erwarteten Erſcheinungen gegeben haben, und ich werde nicht ermangeln, gelegentlich die Veranſtaltung dazu zu treffen.

6. Dafs das Froſchpräparat in heftige Zuckungen gerieth, als der electriſche Kreis in ihm durch den 249 Fufs langen Bogen geſchloſſen wurde, und dafs die Wirkung eben ſo momentan erſchien, als hätte der Bogen die geringſt-mögliche Ausdehnung gehabt, bedarf kaum einer Erwähnung. — Ich knüpfte nun an das iſolirte Ende des $124\frac{1}{2}$ Fufs langen Polardrahts einen andern Draht von beinahe 100 Fufs Länge. Dieſer war auf einer Rolle aufgewunden. Nun ruderte ich mich in einem Nachen fort, während ich den Draht abwickelte, ſo, dafs er in jedem Punkte, wo ich mich befand, und nach jeder beliebigen Richtung eine Verlängerung des Polardrahts abgab. Ein ganz unverſehrter Froſch, den ich, nachdem ich mich iſolirt hatte, ſo hielt, dafs ſeine Hinterfüſse dieſen Draht berührten, gerieth in die heftigſten Zuckungen, ſobald der Kopf oder die Vorderfüſse an die Waſſerfläche gebracht wurden. Hier wurde der Kreis durch einen Bogen von 449 Fufs geſchloſſen, wovon $224\frac{1}{2}$ aus einer ungeheuren Waſſermaſſe beſtan-

den, und doch blieb ſich die Wirkung der Entladung dem Grade und der Schnelligkeit nach ſcheinbar ganz gleich.

7. Auffallender war es, daſs die einfache Application einer einzigen Silber- und einer Zinkplatte, die durch den mächtig langen Bogen wirkten, ſchon hinreichend war, das Präparat in die heftigſten Zuckungen zu verſetzen.

8. Wenn man den Kreis von Pol zu Pol an einer Waſſermenge ſchlieſst, die ſich in einem Behälter von mittelmäſsiger Gröſse, (z. B. in einem gewöhnlichen Becken,) befindet, ſo empfinden bekanntermaſsen die Thiere, die ſich in dieſem Waſſer befinden, eine Erſchütterung. Die Fiſche ſind vorzüglich auf dieſe Art ſehr leicht zu reizen. Ich nahm aber nichts dergleichen wahr, als ich den Kreis an der Fläche der Havel in dem Augenblicke ſchloſs, wo Schwärme von kleinen Fiſchen in einer geringen Entfernung von der Stelle, wo der Verſuch angeſtellt wurde, ruhig hinzogen; ich konnte ihnen nie eine Zuckung oder ein Tauchen, oder irgend eine ähnliche Aeuſserung des empfundnen Reizes abmerken. Die Fröſche, die nahe am Ufer im Waſſer ſaſsen oder herumſchwammen, ſchienen den veränderten electriſchen Zuſtand des Waſſers eben ſo wenig zu empfinden, wie auch wir die correſpondirenden electriſchen Modificationen des expanſibeln Elements, das wir bewohnen, nicht bemerken; auch hier zuckte nur das Individuum, das der Blitz traf. Doch muſs ich bemerken, daſs keins

ren, den erwähnten Thieren es wagte, sich mir zu nähern, und dafs sie stets aufserhalb der Grenze blieben, wo bei dem geschlofsnen Kreise das Electrometer afficirt wurde.

9. Sehr ausgezeichnet und merkwürdig war der Umstand, dafs bei Schliefsung der Kette, selbst bei einer solchen Ausdehnung des Bogens, die Wirkung auf das Electrometer so völlig instantan war, als sie nur immer unter ganz gewöhnlichen Umständen befunden werden kann. In einem untheilbaren Nu geschah die Berührung der Wasserfläche und das Zusammenfallen des am Pole stark divergirenden Electrometers. Mit der Wasserzersetzung verhielt es sich durchaus eben so. Ich stellte den Gasapparat und das Electrometer so dicht an und hinter einander, dafs ich beide, so zu sagen, durch den nämlichen Lichtstrahl sah, und in dem Momente des Schliefsens waren beide Erscheinungen da. Mehrere Personen, die gegenwärtig waren, und die auf meine Bitte ihre ganze Aufmerksamkeit auf diese Beobachtung richteten, konnten nie die mindeste Abweichung von der Gleichzeitigkeit beider Phänomene wahrnehmen. Die respective Entfernung der gut polirten sehr dünnen Silberdrähte im Gasapparate war zwei Zoll. Als ich nachher noch ein Froschpräparat hinzufügte, waren die drei Erscheinungen ebenfalls vollkommen gleichzeitig.

Es gelingt also mit einer schwachen Voltaischen Säule der Versuch, der so viel Aufsehen machte, als ihn Franklin an der *Skuylkill*, und zur näm-

lichen Zeit de Lüc,*) (im Jahre 1749,) am Genfer See anſtellte.

Ueberlegen wir dieſen mit Volta's Säule angeſtellten Verſuch, ſo kann vielleicht für die Theorie etwas erſprieſsliches daraus gefolgert werden: ich wenigſtens ſehe ihn als einen Hülfsbeweis gegen die Hypotheſe einer *wirklichen Strömung* der electriſchen Flüſſigkeit von Pol zu Pol an. Unmöglich iſt es allerdings an und für ſich nicht, daſs in dem zu Genf angeſtellten Verſuche im Augenblicke der Entladung eine reelle Strömung Statt gefunden habe, durch einen Theil des Genfer Sees, durch eine Strecke der Rhone, und durch die langen Röhren der hydrauliſchen Maſchine, die das Waſſer des Fluſſes hebt und in den Behälter ergieſst, an welchem die Kette geſchloſſen wurde. Die Zeit iſt ins unendliche theilbar, die Materie iſt es ebenfalls, und iſt vermuthlich auch in der Realität ins unendliche durchdringlich: in jedem chemiſchen Prozeſſe differentiirt und integrirt die Natur. Die

*) Daſs Jalabert ſich für den Erfinder des in Genf angeſtellten Verſuchs ausgab, iſt aus Nollet's Correſpondenz zu erſehen; daſs er ſich aber dabei das ſchändlichſte Plagiat zu Schulden kommen lieſs, iſt mir letzthin noch durch Herrn de Lüc beſtätigt worden. Dieſer allein hatte den Verſuch erſonnen, durchdacht, und mit Hülfe ſeines Bruders ausgeführt. Nach Beendigung deſſelben theilte er ihn Jalabert mit, der für gut fand, ihn ſich zuzueignen.

Expansivkraft der electrischen Materie zeigt sich aber doch in allen Versuchen viel zu geringe, um eine so erstaunende Schnelligkeit, und eine so unveränderte Richtung durch das leitende und zerstreuende Mittel genugsam zu erklären. Sie erscheint ja nicht als strahlende Flüssigkeit, sie kann ja bei ihrem Durchbruche von Leiter zu Leiter kaum ein paar Zoll weit überspringen, ohne im Zickzack von ihrer Richtung abgelenkt zu werden. Bei dieser geringen Expansivkraft müsste doch die übermässige Verlängerung des schliessenden Bogens durch eine Verzögerung der Wirkung bemerkbar werden; sie wird es aber nicht: und könnte man von Kamtschatka nach dem Vorgebirge der guten Hoffnung, und so zurück, eine Kette von einer Belegung der Flasche zur andern ziehen, so würde bei Schliessung dieser Kette die Wirkung eben so bestimmt und eben so instantan durch den Ocean und das südliche Meer statt finden, als wenn man blos mit dem Daumen und Zeigefinger einer Hand die Flasche entleide.

Besteht dagegen der Ladungsmechanismus darin, dass beide Belegungen wechselseitig so auf einander durch das Spiel der Atmosphären wirken, dass die eine keine $+E$ abgeben kann, wenn die entgegengesetzte nicht eine correspondirende Quantität $-E$ absetzt, so wird die Entladung darin bestehn, dass successiv und in einer Folge von unendlich kleinen Zeittheilchen die $+$-Seite ein Infinitesimaltheilchen abgiebt: die um so viel weniger gebundene $-$-Seite zieht nun ein correspondirendes Theilchen

[illegible] + Seite ungehindert nach dem Abscheiden [illegible] geschieht dieses Abscheiden wirklich, so kann nun die — Seite ein neues [illegible] anziehen, und sofort, bis zur Wiederherstellung des Gleichgewichts.

Dieses findet in einer endlichen mehr oder weniger grossen Zeit, bei der freiwilligen Entladung der Flasche durch unmittelbare Schliessung des Kreises, statt. Schliesst man den Kreis wirklich, so geschieht alles eben so, nur *unendlich* schneller, aber doch in einer Folge von Momenten, die auf für unser Wahrnehmungsvermögen zu einem Augenblicke wird. Bringt man an jede Belegung der Flasche einen isolirten als endlich zu betrachtenden Körper, so entsteht bald an jedem dieser Körper durch das erste Abgeben und das erste Entziehen eine Veränderung ihres electrischen Zustandes, die, als wahre Spannung wirkend, nicht erlaubt, dass im folgenden Momente an denselben Körper eine neue Absetzung oder eine neue Entziehung vollzogen werde, und der ganze Erfolg beschränkt sich auf die erste Abgebung einer kleinen Quantität + und — *E*. Darum kann durch zwei auch noch so grosse, aber doch als endlich zu betrachtende Körper die Entladung der Flasche nie erschöpfend geschehen, wenn an ihnen der Kreis nicht geschlossen wird. Findet aber diese Schliessung Statt, so wird die Capacität des Bogens für neues + sich immer gleich bleiben, weil die — Seite beständig ein

correſpondirenden Antheil binden. Könnte man aber an jeder Belegung einen als unendlich zu betrachtenden Körper anbringen, ſo würde die Anhäufung, die durch das Abgeben der einen Belegung an dieſen Körper ſtatt findet, von gar keinem Belange ſeyn; es würde, (eben wegen der unendlichen Oberfläche,) keine widerſtehende Spannung ſtatt finden. Das nämliche gilt von den correſpondirenden ſogenannten Entziehungen am entgegengeſetzten Körper, und zwei ſolchen unendlichen, aber von einander ganz iſolirten Körpern könnte die völlige Entladung ohne Schlieſsung des Körpers, in ſo ſchnell auf einander folgenden Zeittheilchen ſtatt finden, dafs es für unſer Wahrnehmungsvermögen inſtantan wäre, das heifst, die Entladung würde bei Anwendung dieſer unendlichen Körper gerade ſo ſtatt finden, als bei Anlegung eines Bogens von Belegung zu Belegung.

De Luc, mit deſſen Syſteme dieſe Vorſtellung der Sache genau paſst, ſchrieb mir einmahl, er ſey feſt überzeugt, dafs, wenn man zwiſchen dem Monde und der Erde eine geladene Flaſche aufſtellen könnte, von deren einer Belegung eine Kette in einen unſrer Flüſſe, und von der andern eine Kette bis an den Mond reichte, ſo würde ein Mondbewohner eine vollkommne Entladung mit Erſchütterung erhalten, wenn er, mit der einen Hand dieſe Kette haltend, mit der andern die Oberfläche eines Meeres oder eines Fluſſes im Monde berührte.

Auf diese Art fällt die ganze Vorstellung einer Entladung durch einen wirklichen Strom weg, der von Belegung zu Belegung durch mehrere tausend Kubikfuß einer leitenden Flüssigkeit in einem Momente durchblitzen soll. Die Anwendung dieser Ansicht auf die Theorie, die ich mir vom Ladungsmechanismus der Galvanischen Säule gemacht habe, (*Annalen*, XI, 89,) ist sehr leicht, und das wichtige Phänomen des Polarisirens der Wassersäule im Gasapparate ist ihr ebenfalls günstig.

Vergleichende Anatomie der electrischen Organe des Zitterrochens, Zitteraals und Zitterwelses,

von

E. GEOFFROY,

Professor der Zoologie am naturhistor. Museum

Seitdem man sich aufs neue so eifrig mit Untersuchungen über die Galvanischen Erscheinungen beschäftigt, muss eine genauere Kenntnis der Organe einiger Fische, welche electrische Eigenschaften zeigen, vorzüglich interessant seyn. Man sollte glauben, dass Thiere, die in einer so aufserordentlichen Eigenschaft übereinkommen, sie einer ähnlichen Organisation verdanken, und daher alle sehr nahe verwandt seyn oder zu Einer Familie gehören müssten. Dies ist aber nicht der Fall. Vielmehr gehören die electrischen Fische zu sehr verschiedenen Gattungen, nämlich zu denen *Raja*, *Tetrodon*, *Trichiurus*, *Gymnotus* und *Silurus*, von deren jedem wir eine Art kennen, die electrisch ist.

Um diese grofse Verschiedenheit der Fische, die sich von denen gleicher Gattung durch die Gegen-

*) Aus den *Annales du Muſeum national d'Hiſtoire naturelle par les Profeſſeurs de cet Etabliſſement*, T. 1, No. 5, p. 392 — 407. *d. H.*

wenn electrischen Organen unterschieden werden, müssen wir annehmen, daß die electrischen nicht zu den wesentlichen und Hauptorganen, sondern höchstens zu den gemeinschaftlichen Bedeckungen gehören, welche in jeder Art, Gattung und ohne daß diese in der übrigen Organisation auffallende Modificationen nach sich zögen, eine Anzahl von Abänderungen zulassen, wie wir bisher an den electrischen Organen wahrnahmen.

Nach der Behauptung der neuern Anatomen ist das electrische Organ aus vielen sehr ausgebreiteten, sehr zusammengesetzten, und besonders dadurch merkwürdig, daß man nichts Analoges dazu findet. Die italienische Schule, deren Haupter Redi und sein Schüler Lorenzini waren, hielt lange Zeit die vielen Röhren, aus denen dieses Organ besteht, für eben so viel kleine Muskeln besondrer Art, (*musculi falcati*,) und diese Meinung blieb die herrschende, bis John Hunter seine treffliche anatomische Beschreibung des Krampfrochens bekannt machte.

Auch ich habe auf meinen Reisen Gelegenheit gehabt, Zitterrochen zu sehn, und fand bald die electrischen Batterien, womit sie so reichlich ausgerüstet sind. Da ich bei Berührung dieser Art von Apparat die stärksten Erschütterungen erhielt, und die andern Rochen mir nichts Aehnliches zeigten, zweifelte ich nicht, die Organe vor mir zu sehn,

mittelſt deren ſich dieſer Roche in den Gewäſſern ſo furchtbar macht und nach ſeinem Belieben die zu ſeiner Beute auserſehenen Thiere betäubt. Damahls wuſste ich aber weder, ob ſchon Andere vor mir dieſe Organiſation bemerkt hatten, noch was zu thun ſey, um ihre Beobachtungen für die Wiſſenſchaft zu vervollkommnen, und konnte, eingeſchloſſen in dem belagerten Alexandrien und meiner Bibliothek beraubt, darüber auch keine Belehrung erhalten. Wenigſtens, dachte ich, ſind doch die allgemeinen phyſiologiſchen Verhältniſſe dieſer Organe noch unbekannt, und um dies zu erforſchen, ſuchte ich unermüdet nach irgend etwas Analogem in den andern Arten von Rochen, weil ich überzeugt war, daſs die wunderbare Eigenſchaft des Zitterrochens, die kleinern Seethiere gleichſam durch einen Blitz zu erſchlagen, weniger von dem Vorhandenſeyn dieſes Organs, als von der beſondern Einrichtung deſſelben abhange. Man braucht eben nicht viel Thiere mit einander verglichen zu haben, um ziemlich überzeugt zu ſeyn, daſs man bei ihnen nie neue Organe findet, beſonders in Gattungen, die einander ſo ähnlich ſind, wie die Rochen. Es ſchien mir daher viel natürlicher, zu glauben, daſs die mit einer gallertartigen Subſtanz angefüllten Röhren des Zitterrochens ſich auch in den andern Rochenarten, nur verſteckt, vorfinden, und in der That glückte es mir, wie man gleich ſehn wird, bei dieſen eine ähnliche Organiſation aufzufinden, mit Verſchiedenheiten, von denen die

verſchiedene Weiſe, zu ſeyn und zu leben, jeder Art, abhängen muſs.

Wie bekannt, ſind die Rochen, platte Fiſche, deren Bruſtloſſe ſich vorn an den Seiten des Kopfs, als ein Knorpel, der die Seiten einfaſst, verlängert. Der Zitterrochen unterſcheidet ſich von ſeinen Geſchlechtsverwandten durch eine beträchtliche Unterbrechung dieſes Knorpels am Kopfe. Dieſe ganze ungeheure Leere iſt mit Prismen von 6 oder 5, zuweilen auch nur von 4 Seiten ausgefüllt, die mit ihren Grundflächen an der obern und an der untern Haut feſt ſitzen. Sie ſtehen parallel neben einander, folgen den unregelmäſsigen Umriſſen des Kopfs und der Kiemen, und bilden ganz zu äuſserſt eine halbelliptiſche Schicht. Nimmt man die Haut weg, ſo ſehn dieſe Prismen, deren Grundfläche dann entblöſst iſt, wie eine Honigſcheibe aus. Es ſind letter kleine Röhren, mit einer Subſtanz gefüllt, die ich bei der chemiſchen Analyſe aus Gallert und Eiweiſs zuſammengeſetzt fand. Die Textur dieſer Röhren iſt ſehnenartig, (*aponeuroſiſch*:) unten einander ſind ſie wie durch ein ſchlaffes Netz von ſehnichten Faſern, von denen man ſie überall umgeben ſieht, verbunden; jede iſt mit einer aponeuroſiſchen Platte bedeckt und verſchloſſen, und nach auſsen umgiebt die Haut dieſe erſte Hülle. Dieſes Organ iſt mit Nerven verſehn, die ſich durch ihre groſse Dicke auszeichnen, und von denen man 4 Hauptſtämme unterſcheidet, und die ſich zwi-

ſchen

eben allen Röhren vertheilen, in sie hineindringen und sich darin verbreiten.

Die Rochen, bei denen der Knorpel der Brustflosse unmittelbar die Seiten des Kopfes begränzt, haben nicht die Prismen oder vertical stehenden Röhrchen des Zitterrochens; doch weicht ihre Structur gar nicht so sehr von der des Zitterrochens ab, als man geglaubt hat. Bei beiden kommt ein wenig vor dem Ohre ein Nerve aus dem Hirnschädel, der selbst dicker ist, als der Sehnerve, sich seitwärts wendet, über die obere Fläche des Kaumuskels weggeht, und sich zwischen diesem Muskel und der ersten Kieme unterwärts in eine Masse verbreitet, welche man auf den ersten Anblick für eine Drüse halten sollte, die aber wirklich der Focus ist, von welchem aus eine grosse Menge Röhren, die denen des Zitterrochens analog sind, in mehrere Bündeln ausgeht. Eins dieser Bündel geht zur Nase, ein anderes verbreitet sich über den Bauch, ein drittes steigt wieder über den Kaumuskel zurück, und endigt sich hinter dem Hinterhaupte, und ein viertes verbreitet sich auf den Muskeln der Brustflosse. Bei den verschiednen Arten kommen dabei einige Verschiedenheiten vor, doch immer liegen diese Röhren, wie beim Krampfrochen, an der Haut, sowohl an der obern als an der untern, sind nur dass sie, statt senkrecht zu stehn, was aus Mangel an Raum nicht möglich ist, dem Umfange des Kopfes gemäss liegen, sich auf den äussersten Muskeln verbreiten, und um so länger sind, je grö-

ſer der Umweg iſt, den ſie machen müſſen, um ſich mit der Haut zu verbinden. Dieſe langen Röhren ſcheinen übrigens von gleicher Textur, wie die des Zitterrochens zu ſeyn, und enthalten auch in ihrem Innern eine ähnliche Maſſe von Gallert und Eiweiſs. Bis hierher ſahen wir alſo faſt keinen andern Unterſchied dieſer Organe in den gemeinen Rochen und im Zitterrochen, als höchſtens, daſs die Röhren im Zitterrochen ſehr kurz, ſenkrecht, dicht an einander ſtehend und parallel ſind, während ſie in den andern Rochen weit länger ſind, ſich um die vorzüglichſten Kopfmuskeln herumkrümmen, und ſich in mehrere, aus divergirenden Strahlen zuſammengeſetzte Bündel trennen.

Unterſchieden ſich dieſe Organe in den verſchiedenen Rochenarten wirklich nur durch eine veränderte Ordnung in der Lage, ſo bliebe uns wohl nichts anderes übrig, als zu behaupten, daſs alle Rochen mehr oder minder electriſch ſeyn müſſen, ſo gut als der Zitterrochen. Allein in der That unterſcheiden ſich dieſe Organe noch durch ein Merkmahl, von welchem die wunderbaren Eigenſchaften des Zitterrochens wenigſtens zum Theil abhängen. Bei den gemeinen Rochen öffnen ſich die Röhren nach aufsen in der Haut durch eigne Löcher, die eben ſo viel Ausſonderungsorgane der gallertartigen Maſſe im Innern derſelben ſind. Bei dem Zitterrochen hingegen ſind alle Röhren vollkommen verſchloſſen, nicht bloſs durch die Haut, die bei ihnen an keiner Stelle durchlöchert iſt, ſondern noch

mehr durch die Sehnenhäute, die sich auf der ganzen Oberfläche des electrischen Organs ausbreiten. Die gallertartige Masse kann sich daher in ihnen nicht nach aufsen ausleeren, sondern mufs sich in den Röhren anhäufen, woher unstreitig ihr grofser Durchmesser und der Umstand rührt, dafs die Zahl derselben mit dem Alter des Fisches immer zunimmt, wie Walsh und Hunter gefunden haben. Sie zählten bei jungen Exemplaren 200 Röhren und darüber, bei erwachsenen 400 bis 500, und bei einem beträchtlich grofsen Zitterrochen bis auf 1200 Röhren. Wir verdanken, wie ich schon oben anführte, John Hunter, (*Philos. Transact.* 1773, p. 481,) die beste Beschreibung der electrischen Organe des Zitterrochens. Monro hat zwar in seiner *Physiologie der Fische* schon das ähnliche Organ, das sich in den andern Rochenarten findet, abgebildet, ich glaube aber der Erste zu seyn, der diese Organe verglichen und ihre Identität und ähnliche Organisation gezeigt hat.

Das electrische Organ des Zitterrochens ist in der That ein Organ des Tastens, das mit einem eben so bedeutenden Nervenapparate versehn ist, als das Auge und das Ohr. Die Nerven, die in dasselbe gehn, sind so grofs, dafs schon Hunter bemerkt, ihre Gröfse *sey eben so wunderbar, als die Erscheinungen, welche sie veranlassen.* Eben so verbreiten sie sich plötzlich in einen schleimigen Gallert, und nichts hindert sie, mit den Aufsendingen in freier Verbindung zu seyn. Wahrscheinlich spielen sie bei

den electrischen Erscheinungen eine grofse Rolle. Hunter glaubt, dafs sie das Nervenfluidum bilden, um sich sammeln und es leiten. Wie dem auch sey, so ist ihr Einfluls gewifs, da es bekannt ist, dafs der Wille des Thiers durchaus nothwendig ist, wenn Schläge erfolgen sollen; dies ergiebt sich offenbar aus den Beobachtungen Walsh's und aus denen, die ich selbst zu machen Gelegenheit hatte.

Findet man indefs diese Nerven in andern Rochen ungefähr eben so wie bei dem electrischen vertheilt, so folgt daraus, dafs sie allein nicht hinreichen, die Electricität zu erzeugen, sondern dafs dazu ein bestimmtes Verhalten derselben zu den sie umgebenden Theilen nöthig ist. Sollte vielleicht das Offenseyn der Röhren in den übrigen Rochen das Ausströmen des Nervenfluidums begünstigen? oder sollten die Nerven einer so grofsen Menge von gallertartiger Substanz, wie im Zitterrochen, bedürfen, um sich hierin in zahlreichen Veräftungen auszubreiten, und dadurch zu gröfsern Kraftäufserungen geschickt zu werden?

Um diese Vermuthungen einigermafsen beurtheilen zu können, wollen wir die electrischen Organe des Zitterrochens mit denen des *Zitteraals* vergleichen, wie Hunter sie beschreibt, und mit denen, die ich selbst im *Zitterwelse* entdeckt habe. Die beiden letztern Fische sind von dem Zitterrochen so verschieden, dafs die Vergleichung derselben einiges Licht in diesem Punkte hoffen läfst.

Die *Kahlrücken*, (*Gymnoti*,) gehören zu der Ordnung der *Anoden*, und stehn den Geschlechte der Muränen und Aale am nächsten. Sie haben also einen sehr verlängerten, fast cylindrischen schlangenförmigen Körper. Von den Muränen unterscheiden sie sich dadurch, dass ihnen die Rücken- und Schwanzflossen fehlen, und dass sie überdies einen ausserordentlich kurzen Bauch haben. Wirklich ist der Anus dem Kopfe so sehr genähert, dass er sich noch vor den Brustflossen öffnet. Dagegen haben die Kahlrücken einen ganz ausserordentlich langen Schwanz, dem alle übrigen Organe aufgeopfert zu seyn scheinen. Durch diesen besondern Bau ist er bei diesen Fischen sehr dicht geworden. Die Schwimmblase, die bei andern Fischen nur auf die Bauchhöhle beschränkt ist, geht hier in den Schwanz und verlängert sich bis an das Ende desselben. Unter dieser Blase findet man beim Zitteraale ein sonderbares Organ, das mehr durch seine ausserordentliche Grösse als durch seine Structur die Aufmerksamkeit auf sich zieht, und wovon man bei den andern Fischen desselben Geschlechts keine Spur sieht, so dass man darin das electrische Organ nicht verkennen kann.

Dieses Organ ist durch die Vereinigung einer grossen Menge Sehnenhäute gebildet, die sich der Länge des Fisches nach hinziehn, in Gestalt horizontal liegender, paralleler, ein Millimètre von einander entfernter Lagen. Andere vertikale Platten von gleicher Textur, und in weit grösserer Menge,

ſchneiden jene unter faſt rechten Winkeln, und ſo entſteht ein weites und tiefes Netz, das aus zahlreichen Zellen von rhomboidaliſchen Seitenflächen beſteht. Das Innere dieſer Zellen iſt mit einer ſchmierigen, dem Anſcheine nach gallertartigen Maſſe angefüllt. Dieſe electriſchen Batterien ſind in vier abgeſonderte Maſſen getheilt, zwei groſse und zwei kleine; Hunter nennt ſie die groſsen und die kleinen electriſchen Organe.

Die groſsen Organe liegen unmittelbar unter der Schwimmblaſe und den Muskeln der Wirbelſäule. Sie ſind ſo dick, daſs ſie allein mehr als die Hälfte des Schwanzes einnehmen. Eine breite Scheidewand trennt ſie und giebt ihnen ſtarke Befeſtigungspunkte. Oberhalb ſitzen ſie an der Schwimmblaſe und ihren Muskeln durch ein dichtes Zellgewebe feſt, und endigen ſich endlich unterwärts mit zugerundetem Bau gegen den Urſprung der knochenartigen Körper hin, welche die Strahlen der Afterfloſſe unterſtützen.

Die kleinen Organe nehmen die unterſte Gegend im Schwanze ein. Sie entſtehn und endigen ſich faſt an denſelben Punkten als die groſsen Organe, und liegen unterhalb dieſer und an beiden Seiten der Knochenſtützen der Afterfloſſe. Im Allgemeinen haben ſie die Geſtalt zweier langer dreieckiger Pyramiden. Die beiden Seitenflächen dieſer Pyramiden ſind mit Muskelfaſern bedeckt, welche die verſchiedenen Bewegungen der Floſſe bewirken. Dadurch unterſcheiden ſich dieſe kleinen Organe

auffallend von den grossen, die, indem sie unmittelbar an der Haut befestigt sind, in näherer Verbindung mit den Aussendingen stehn, und dadurch kräftigere Wirkungen hervorzubringen vermögend sind. Die horizontalen Platten des kleinen Organs sind nicht in ihrer ganzen Länge parallel, sondern verlaufen da wellenförmig gekrümmt. Unter der Haut, oder an einem grossen Organe 34, an einem kleinen Organe 40. Die Pünktchen, welche diese Platten wirklich durchschneiden, sind viel zahlreicher, denn in einem Raume von 5 Millimètres sind sie 140, so fein sind sie und so nahe liegen sie beisammen.

Dieser electrische Apparat wird durch ein Gehirn von Nerven, fast aus dem Kiemengerippe entspringt und auf eine wunderbare Art vertheilt ist, in Thätigkeit gesetzt. Ueber den Wirbelsäulen laufen dicke Nerven in gerader Linie gegen Schädel und Schwanzende. Ungeachtet dieser Nerve ein Zitteraale grösser ist und über den Wirbelsäulen liegt, als bei andern galvanischen Fischen, so hat er an die electrischen Organe doch nur wenig Aeste ab; dagegen kommt aus jedem Wirbelbein ein Nerv, der nicht in den Schwanzmuskeln, sondern auch in den electrischen Organen Aeste giebt. Die verschiedenen Zweige desselben laufen auf der Bauchfläche dieser Organe hin, und vereinigen sich in ihren Zellen mit der Masse, die Wirbelbeine erreicht durch diese Abzweigungen von ihrem gewöhnlichen Wege, und durch diese Vermehrung ihrer

Volums im Zitteraale, eben ſo viele Werkzeuge, die Thiere, die der Fiſch beraubt, zu tödten oder wenigſtens zu betäuben.

Da das electriſche Organ dieſes Fiſches unter dem Schwanze, und daher ziemlich entfernt von den zur Erhaltung des Lebens wichtigſten Syſtemen liegt, ſo war es wohl die einfachſte Einrichtung, daſs die Nerven, die in dieſes Organ treten, unmittelbar aus dem Rückenmarke kommen, und das iſt die Anordnung, wie ſie ſich wirklich in dieſem Fiſche findet.

Die Einfachheit der Mittel, die die Natur zu ihren Zwecken anwendet, iſt noch bemerkenswerther bei dem *Zitterwelſe*. Da dieſer Fiſch ſich eben ſo ſehr von den Rochen als von den Kahlrücken unterſcheidet, ſo muſs man in ihm auch eine ganz andere Organiſation erwarten; und wirklich findet ſich in ihm das electriſche Organ, weder an den Seiten des Kopfes, wie beim Zitterrochen, noch unter dem Schwanze, wie beim Zitteraale, ſondern es umgiebt den ganzen Körper des Fiſches. Es liegt unmittelbar unter der Haut, und iſt aus einer beträchtlichen Schicht Zellgewebe gebildet, welches ſo feſt und dicht iſt, daſs man es auf den erſten Anblick für eine Lage Speck halten könnte. Betrachtet man es aber genauer, ſo ſieht man, daſs dies Organ aus wirklichen ſehnichten oder aponeurotiſchen Faſern beſteht, die ſich ſtumpfwinklicht durchkreuzen, und ſo ein Netz bilden, deſſen Gefnacke man nur durch die Lupe deutlich ſehen kann. Die

kleinen Zellen oder Maschen dieses Netzes sind mit einem eiweiss- und gallertartigen Stoffe ausgefüllt. Mit den innern Theilen können sie in keiner Verbindung stehen, da eine sehr starke Sehnenhaut sich über das ganze electrische Netz ausbreitet, und dasselbe so fest anhängt, dass man sie nicht davon trennen kann, ohne sie zu zerreissen. Uebrigens hängt diese Sehnenhaut mit den Muskeln nur durch wenig lockeres Zellgewebe zusammen.

Die Nerven, welche in dieses Organ gehen, haben nicht mehr Aehnlichkeit mit den Nerven, welche wir bei dem Zitterrochen und Zitteraale fanden, als die besondere electrische Hülle des Zitterwelses mit den Röhren der electrischen Organe dieser Fische hat. Sie kommen aus dem Gehirne, und es sind dieselben, die nach Cuvier bei allen Fischen unmittelbar unter die Seitenlinie, (*ligne latérale*,) gehen. Im Zitterwelse haben aber diese beiden Nerven des achten Paars einen eigenthümlichen Lauf und eine ausgezeichnete Dicke. Sie nähern sich einander bei ihrem Austritte aus dem Hirnschädel, und steigen zum Körper des ersten Wirbelbeins herab, durch welches sie hindurchgehn. Sie dringen jeder durch eine besondere Oeffnung in ihn ein, und gehn dann beide durch eine gemeinschaftliche Oeffnung auf der entgegengesetzten Seite heraus. Nachdem sie sich begegnet haben, entfernen sie sich plötzlich und gehen unter die Seitenlinie herab, dann laufen sie zwischen den Bauchmuskeln und der allgemeinen Sehnenbinde, die sich über

das electrische Netz ausbreitet, hin, und dringen endlich bis unter die Haut, mittelst grofsen Aeste, die rechts und links vom Stamme den Nerven abgehn. An jeder Seite sind 2 bis 5 solcher Aeste, welche die Sehnenhaut durchbrechen, mit der die innere Fläche des netzartigen Gewebes bekleidet ist, bis mitten in dasselbe hineindringen und sich durch dasselbe verbreiten.

Die vergleichende Untersuchung dieser drei electrischen Organe führt uns auf wichtige Resultate, in wie fern nämlich Organe, die alle Fische gemeinschaftlich besitzen, gewisse Modificationen erleiden müssen, um bei einigen Arten electrische Wirkungen äufsern zu können.

Auf den Ort, wo sich die electrischen Batterien im Körper befinden, kommt nichts an, da sie beim Zitterwelse um den ganzen Körper herum, beim Zitteraale unter dem Schwanze, und beim Krampfrochen an den Seitentheilen des Kopfes liegen. 2. Kein Zweig des Nervensystems ist ausschliefslich für diese Organe bestimmt, da sich so viele verschiedne Nerven in sie verbreiten. 3. Eben so wenig wesentlich ist die Form der Zellen, da sie bei jeden dieser drei Arten verschieden ist.

Auf der andern Seite findet sich aber, dafs diese electrischen Batterien, so verschieden sie auch auf den ersten Anblick scheinen, doch in andrer Hinsicht viel Aehnlichkeit, und im Grunde einerlei Art von Organisation haben. Die electrischen Fische sind die einzigen, bei denen man so ausgebreitete

also viele Sehnenhäute, eine so beträchtliche Anhäufung von Gallert und Eiweiss in den durch diese Sehnenfasern gebildeten Zellen, und endlich so dicke und so sehr verlängerte Nervenäste bekannt.

Durch die Verbindung so einfacher Werkzeuge und das electrische Organ aller dieser Fische gebildet, und es ist also, wie Lacépède, (in seiner *Hist. natur. des poissons*, p. 66,) scharfsinnig bemerkt, der Leidener Batterie oder der Blitzsäule darin ähnlich, dass es abwechselnd aus electrischen Leitern, (den Nerven und der weichen aus Eiweiss und Gallert bestehenden Masse, in die sich die Nerven verbreiten,) und aus Nichtleitern, (den häutichten Blättern, die sich durch diese weiche Masse hindurchziehen,) zusammengesetzt ist.

Dass die Electricität des Zitterrochens wirklich von der mechanischen Anordnung dieser idioelectrischen Elemente abhängt, das zeigt sich daraus, dass man im Ganzen dieselben Theile neben einander finden, ohne dass aber die

Sollten Geoffroy und seine gelehrten Freunde die scharfsinnigen Einwendungen, die man über die electrischen Organe des Zitterfisches unbekannt geblieben, oder so ganz wieder entfallen seyn, da doch Volta sie vorzüglich deutlich in der ersten seiner Abhandlungen, die er im National-Institute in Paris vorlas, und die mit einer Preismedaille belohnt wurden, (*Annalen*, II, 447,) entwickelt hat?

ſe Fiſche dieſelben Wirkungen hervorzubringen vermögen. Dieſe, jenen durch ihren Bau und ihre Textur ähnlichen, Theile haben auch ziemlich einerlei Lage. Der Nerve des fünften Paares iſt bei den Rochen und Haifiſchen ebenfalls beträchtlich dick, und verbreitet ſich in einem Mittelpunkte, von wo aus eine Menge einer gallert- und eiweisartigen Flüſſigkeit ausläuft, nur daſs dieſe ſich entweder durch die Röhren, die ſich auswendig an der Haut öffnen, verliert, oder ſich an den Seiten des Naſenbeins anhäuft. In dieſem letztern Falle mag ihre Menge noch ſo groſs ſeyn, ſo kann ſie doch zur Hervorbringung der Electricität nicht mitwirken. Dieſes muſs man unſtreitig dem Mangel der ſehnichten Blätter, welche den Gallert in kleine iſolirte Maſſen theilen, zuſchreiben. Denn die electriſche Batterie oder die Blitzſcheibe würde eben ſo ihren Zweck nicht erfüllen, wenn zwiſchen den Metallblättern keine Glasſcheiben wären.

Da das electriſche Organ aus Nerven und ſehnichten Häuten, mit dazwiſchen liegenden Schichten von Eiweiſs und Gallert, gebildet iſt, ſo iſt es nicht mehr ſo wunderbar, ſolche Organe in ganz verſchiedenartigen Familien von Fiſchen zu finden. Alle Thiere haben Nerven, die ſich in der Haut verlieren, alle haben unmittelbar unter der Haut eine gröſsere oder geringere Maſſe Zellgewebe, und alle haben daher gewiſſermaſsen die Anlage zu einem electriſchen Organe. Damit dieſes aber wirklich zu Stande komme, wird erfordert, daſs eine gewiſſe Men-

ge Eiweiss und Gallert zwischen die Blättchen des Zellgewebes, das die Haut mit den äussern Muskeln verbindet, von den ernährenden Gefäßen abgesetzt werde. Dieses kann ohne allen, wenigstens ohne nähern Einfluss der zum Leben wesentlich nothwendigen Organe geschehen, und man kann daher diese Entwickelung als fast ausser dem Thierkörper vor sich gehend ansehen, da dabei nur die Thätigkeit der Haut und der von derselben abhängigen Theile modificirt wird. Und so sieht man ein, wie einzelne Arten, bei denen diese ausserordentliche Entwickelung statt findet, doch zu einer zahlreichen Gattung gehören können, ohne doch zu auffallend von den andern Arten dieser Gattung abzuweichen.

Zum Schlusse dieser Abhandlung noch eine vielleicht nicht uninteressante Bemerkung.

Ich habe einige Gründe, zu glauben, dass schon die *Araber*, unstreitig zu der Zeit, da sie die Wissenschaften mit so viel Eifer betrieben, der Theorie der Electricität auf der Spur waren. Wenigstens haben sie wahrscheinlich die electrischen Schläge des Zitterrochens und die weit schrecklichern beim Gewitter einer gleichen Ursache zugeschrieben. Ihre Kenntnisse in der Naturgeschichte können wir jetzt fast nur aus den Namen beurtheilen, die sie den meisten Naturkörpern gegeben haben, und diese Namen haben sich unverändert erhalten. Denn den Ursprung der gelehrten und überdachten Namen, deren sich die jetzigen ungebildeten Aegyptier

bedienen, muſs man in jenem Zeitraume ſuchen, wo die Wiſſenſchaften im Oriente blühten. Jedes Thier hat dort, faſt wie in unſern naturhiſtoriſchen Werken, zwei Namen, den der Gattung und den der Art; faſt nur die Namen des Zitterrochens und des Zitterwelſes machen davon Ausnahmen. Man überſah die Geſtalt dieſer Fiſche, und hielt ſich nur an die Kraft, den kleinern See- und Flufsfiſchen betäubende Schläge zu verſetzen. Beide, ſo verſchieden ſie auch ſind, erhielten gleiche Namen, und was das Merkwürdigſte iſt, man nannte ſie Raad oder Raaſch, welches den Donner bedeutet. Sollten nicht die Araber, da ſie dem Krampfrochen und Zitterwelſe dieſe Namen gaben, die Erſcheinungen der thieriſchen Electricität auf die Erſcheinungen der Gewitterelectricität haben beziehn wollen?

Erklärung der Figuren auf Taf. IV.

Fig. 1. Der *Zitterrochen*, (*Raia Torpedo;*)

a das electriſche aus Röhren beſtehende Organ;

b die darüber liegende Haut zurückgeſchlagen, um das electriſche Organ zu zeigen.

Fig. 2. Der *Dornroche*, (*Raia Rubus;*)

aa ſehnichte Röhren, die mit der äuſsern Oberfläche der Haut durch beſondere Oeffnungen in Verbindung ſtehn;

b die zurückgeſchlagene Haut;

n Nerve vom fünften Paare;

i der Fleck, in welchem ſich der Nerve des fünften Paares verbreitet, und von wo die

Röhren, die sich an der äussern Fläche des
Haut öffnen, ausgehn
Fig. 3. Ein Querabschnitt des *Zitteraals* (*Gymnotus*
Werken, zwei Namen, den
electricus)
bg, g die beiden gabligen electrischen Organe;
nn, pp die beiden kleinen electrischen Organe;
des
m, m, m, m Längenmuskeln;
über die Schwimmblase;
an die Kraft, den
-eine die Wirbelsäule;
tzende Schichte zu
bar die äussere Oberfläche der Haut;
den sie auch
was das Merkwürdige ist,
a die Afteröffnung.
Fig. 4. Der *Zitterwels*, (*Silurus electricus*;
oder
-n Schuppenhaut, die über das ganze electrische
Organ ausgebreitet ist, das heisst,
-gen schwarzes Fasernetz, das zwischen der äussern
Haut und dieser Schuppenhaut liegt;
der Gewi-

s Dicke des electrischen Organs;
n, n Nerve des achten Paars;
m, m Bauchmuskeln.

Erklärung der Figuren auf Tab. IV.

Fig. 1. Der Zitterrochen.
a das electrische aus Röhren bestehende Organ,
b die darüber bewegliche Haut zurückgeschlagen,
um das electrische Organ zu zeigen.
Fig. 2. Der Zitterrochen, (Raia Torpedo,
an lebendige Polypen, die mit der äussern Ober-
fläche der Haut durch besondere Oeffnungen
in Verbindung stehn;
b die zurückgeschlagene Haut,
n Nerve vom fünften Paare;
s der Deckel, an welchem sich der Nerve des
fünften Paares verästelt, und von wo

III.

BESCHREIBUNG
eines electriſchen Aals aus Surinam.

von
SAM. FAHLBERG,
in Stockholm. *)

Im Anfange des Jahrs 1797 erhielt der Juſtitiar Norderling in Stockholm dieſen ſogenannten electriſchen Aal, (*Gymnotus electricus L.*) aus den Surinamiſchen Gewäſſern. Der Fiſch hatte lebend 27 engl. Zoll Länge und ungefähr 7 Zoll Umfang, die Floſsfedern nicht mitgerechnet. Vom Rücken bis an den untern Rand der Bauchfloſſen war er 6 Zoll dick. Er befand ſich in einem Gefäſse, das etwas über 2 Fuſs im Durchmeſſer hatte, worin das Waſſer ¾ bis 1 Elle hoch ſtand, und das alle 3 Tage friſches Waſſer erhielt. Darin lebte er etwas über 4 Monate lang ruhig und gemächlich ohne beſondere Abnahme, bis in der letzten Woche ſeine Eſsluſt zugleich mit ſeiner Bewegung abzunehmen anfing. In gleichem Maaſse nahm auch ſeine electriſche Kraft ab und hörte endlich mit ſeinem Leben ganz auf, ſo wie ſich auch bei der Zergliederung

*) Ins Kurze zuſammengezogen aus den *Vetenſk. Acad. ny. Handlingar*, Quart. 2, 1801, S 122—156, von Herrn Adjunkt Droyſen in Greifswald. *d. H.*

derung keine Spur von Electricität zeigte. Dieſes iſt ſeltſam genug, da der Fiſch während ſeines Lebens ſo reichlich mit Electricität begabt war, es ſey denn, daſs die Urſache ſich aus dem bedeutenden Unterſchiede in der Stärke und Spannkraft der Fibern bei Thieren in voller Kraft, die plötzlich getödtet werden, und bei ſolchen, die eines natürlichen Todes ſterben, erklären laſſe. Bei einem Thiere, das in voller Kraft ſtirbt, und deſſen Nerven, ſobald die Reitbarkeit und die mechaniſchen Wirkungen des Herzens aufhören, entblöſst werden, wie das allemahl bei Galvaniſchen und ähnlichen Verſuchen geſchieht, iſt dieſe Stärke und Spannkraft der Fibern noch in hinreichendem Grade vorhanden, ſtatt daſs Thiere, welche ſich ihrem Ende durch Aufhören aller natürlichen Verrichtungen nähern, die Elaſticität ihrer Fibern und damit alle Reitbarkeit verlieren, daher auch, ſo viel ich weiſs, noch niemand einige electriſche Kraft in den Thieren, die *natürlichen* Todes ſtarben, wahrgenommen hat.

Wegen des kleinen Magens dieſes Fiſches war ſein Hunger bald geſtillt; da aber die Verdauung immer ſehr raſch vor ſich ging, wiederhohlte er ſeine Mahlzeiten mehrere Mahl des Tages. Zwei oder drei kleine lebendige Fiſche, etwa 2 Zoll lang, waren ſeine Lieblingsſpeiſe, doch verſchmähte er auch anderes Futter von gekochtem und rohem Fleiſch und Fiſchen nicht. Lebendigen Fiſchen näherte er ſich immer mit einem Schlage, deſſen kraft-

volle Wirkung der Gröſse des Opfers angemeſſen war, und ſelten wurde der Fiſch in ſeinem Urtheile getäuſcht, da ein Stoſs gewöhnlich hinreichte, den gröſsern und ſtärkern Widerſtand zu überwinden. Wenn der Hunger ihn ſehr begierig aufs Futter machte, theilte er auch wohl einmahl dem, der ihm das Futter gab, einen Schlag in die Finger oder den Arm mit.

Des Tages war der Fiſch ſelten ſtill. Seine Ruhezeit war früh Morgens und dabei hielt er ſich nahe an der Oberfläche des Waſſers, vermuthlich um ohne Beſchwerde den Kopf zum Athmen emporheben zu können. Im Waſſer hatte der Fiſch eine dunkle graublaue Farbe, die untern Theile des Kopfes und Bauches ausgenommen, deren Farbe weiſsgrau mit unordentlich zerſtreuten dunklern Flecken war. Hatte man ihn aber einige Zeit lang zu electriſchen Verſuchen aus ſeinem Elemente genommen, ſo veränderte ſich die Farbe ſeines Körpers etwas ins Violette, mit ſchwarzen, ungleich groſsen, zerſtreuten Flecken.

Die electriſche Kraft des Fiſches, wenn er ſich *im Waſſer* befand, ſchien nach vergleichenden Verſuchen mit Ladungen einer Kleiſtiſchen Flaſche von 72 Quadratzoll Belegung,*) mit einer Ladung dieſer Flaſche von 10° bis 15° nach Adams Qua-

*) Nicht Ladungen ſo kleiner belegter Glasflächen, ſondern groſser Batterien entſprechen den Wirkungen des Zitteraals. (S. *Annal.*, XII, 301.) *d. H.*

nelectrometer übereinzukommen, und war
inreichend, die Erſchütterung mehrern im
geſtellten durch die Hände oder andere Leiter
denen Perſonen mitzutheilen. Doch war die
tterung ſtärker, wenn man die Verbindung
nem Meſſingdrahte, als wenn man ſie mit ei-
ette machte; am ſtärkſten, wenn der Fiſch
en an den beiden Enden der geſchloſſnen Ket-
beiden mit einem ſilbernen oder meſſingenen
ctor an den Bruſtfloſſen berührt wurde; am
chſten dagegen, wenn der eine von dieſen
iſch, der andere das Waſſer berührte.
rde der Fiſch nur mit einer Hand berührt,
er einen Schlag, welcher der Wirkung der
er Flaſche nach der erſten Entladung noch
n Electricität gleich kam. Die Empfindung
twas ſtärker, wenn man mit der einen Hand
iſch um den Hals und mit der andern um den
anz faſste. Dieſe letztern Schläge wurden am
n von denen verſucht, welche aus Neugierde,
m von rheumatiſchen Beſchwerden geheilt zu
n, den Fiſch beſuchten. Vergebens war al-
mühen, ſo lange der Fiſch in ſeinem Elemen-
, einen electriſchen Funken bei den Schlä-
u entdecken.
urde der Fiſch in ein kupfernes Gefäſs geſetzt,
Waſſer durch eine Kette mit einer Leidener
e in Verbindung ſtand, ſo gab er während
mdrehens des Cylinders kein Zeichen von Un-
wenn gleich während deſſen mit einem Con-

ductor-Funken aus dem Waſſer gezogen wurden. Gemeiniglich hielt er ſich während des Verſuchs in der Mitte des Waſſers ſtill. Wenn er aber zufällig die Kette in dem Augenblicke der Entladung berührte, oder wenn ihm der Funke aus dem Kopfe, im Augenblicke, daſs er ihn aus dem Waſſer hob, gezogen wurde, ſo erfolgte eine convulſiviſche Zuſammenziehung über den ganzen Leib, daher wagte ich dieſen Verſuch nicht oft, aus Furcht, dem Fiſche zu ſchaden, oder ihn zu tödten.

Auſser Waſſer war die electriſche Kraft des Fiſches viel ſtärker und ziemlich nahe an 20° bis 25° Ladung der oben erwähnten Flaſche. Dieſes machte die Behandlung des Fiſches unter ſolchen Umſtänden ſehr unangenehm, beſonders da kein Iſoliren und keine andre mir bekannte Methode mächtig genug war, den, der Verſuche mit dem Fiſche auf dieſe Art anſtellen wollte, vor der heftigen Wirkung zu bewahren. *) Während dieſer Verſuche wurde auch das electriſche Licht im Dunkeln ſichtbar, als durch die Hände zweier Perſonen, oder durch andre Leiter beide Enden eines auf Glas befeſtigten und durch einen kleinen Zwiſchenraum unterbrochnen Stanniolſtreifens mit dem Fiſche in

*) Flagg führt jedoch in den *American Transactions* ein Beiſpiel von einem Frauenzimmer an, welches den Fiſch, ohne die Schläge deſſelben zu empfinden, behandeln konnte. *F.* [Vergleiche den folgenden Aufſatz. *d. H.*]

Berührung gebracht wurden: eine Entdeckung, die wir Walsh zu verdanken haben, und welche die Gegenwart der Electricität im Fische ausser allen Zweifel setzt. (*Journal de Phys.*, Oct. 1776, p. 331.)

Die electrische Kraft des Fisches nahm nach und nach ab, vermuthlich wegen seiner eingeschlossenen Lebensart, vielleicht auch wegen des Futters, das zur Unterhaltung des electrischen Stoffs nicht geschickt seyn mochte. Kurz vor seinem Tode musste man den sonst frommen Sinn des Fisches reizen, um Electricität zu erhalten, statt dass er sie vorher mit Vergnügen mittheilte. Er hatte dessen ungeachtet guten Appetit und schien bis einige Tage vor seinem Tode wohl zu seyn.

(Nun folgt eine genaue anatomische Beschreibung des Fisches, welche mit der von Hunter übereinstimmt, und mehrere Betrachtungen, aus denen ich nur folgende Stellen aushebe:) Wenige Thiere, und kein mir bekannter Fisch, haben im Verhältnisse der Grösse ihres Körpers, grössere Nerven als dieser Aal. Die grosse Menge Nerven, welche zum electrischen Organe geht, verdient besondere Aufmerksamkeit. — — Das dritte und stärkste Paar, welches man mit Recht das electrische Paar nennen könnte, entsteht von den hintern Lappen des kleinen Gehirns, gerade bei der Vereinigung derselben mit dem Rückenmarke. — — Noch etwas Besonderes zeigt die Electricität dieses Fisches, dass man nämlich bisher noch *kein Anziehn*

und *Zurückſtoſsen* bei derſelben hat wahrzunehmen vermocht. — — Dieſes mag aber wohl daher rühren, daſs Körper, in welchen die beiden Electricitäten einander ſättigen, keine Spur von Electricität zeigen können, und daſs das Gleichgewicht beider im Fiſche nach jedem Stoſse gleich wieder ſo vollkommen hergeſtellt wird, daſs die Gegenwart ſich nicht ohne neue Berührung bemerken läſst.

Unempfindlichkeit für Electricität.

Aus einem Briefe des Barons Cros. ac Delamétherie.*)

Ich hörte in Sorèze von einem Frauenzimmer Madame N. . . . , welche die Electricität keine Wirkung äufsern ſollte. Das Sonderbare der Sache erweckte meine Neugierde, da ich mich nicht erinnerte, je eine ähnliche Nachricht in den Werken, die von der Electricität handeln, gefunden zu haben. Ich wünſchte mich davon mit Gewiſsheit zu belehren, und hier haben Sie, was ich darüber mit Zuverläſſigkeit erfuhr.

Seit ungefähr 18 bis 20 Jahren iſt dieſe Dame, die eine ſehr geſunde Conſtitution hat, völlig unempfindlich für die Wirkungen der Electricität. Bei Verſuchen, die im phyſikaliſchen Kabinete angeſtellt wurden, unterzog ſie ſich ohne Bedenken den heftigſten Schlägen, und theilte ſie durch ſich andern Perſonen mit, ohne ſie ſelbſt zu empfinden. Sie hatte damahls eine Schweſter, die ſich ungefähr in demſelben Falle befand. Ob bei den übrigen Verwandten dieſelbe Sonderbarkeit ſtatt fand, oder nicht, iſt unbekannt. Seit einigen Jahren iſt dieſe Dame kränklich geworden, und mehrmahls mit Ner-

*) *Journal de Phyſique*, t. 54, p. 316. d. H.

venübeln befallen worden; auch empfindet sie jetzt die Electricität, wiewohl nur sehr schwach. Sie ist liebenswürdig, ziemlich lebhaft, geistreich, und von weichem Herzen, wie die meisten, deren Nervensystem sehr mobil ist. *)

*) Dafs einzelne Menschen eine sehr verschiedne Empfindlichkeit für einerlei electrischen Schlag haben, davon habe ich mich öfters bei Galvanisch-electrischen Versuchen in meinen Vorlesungen auf eine auffallende Weise überzeugen können. Von einem Menschen, der völlig unempfindlich für sie gewesen wäre, habe indefs auch ich keine Erfahrung.

V.

Das Waſſer in längern Haarröhrchen höher als in kürzern anſteigt,

unterſucht

von

G. G. Hällſtröm,

Beiſitzer der Philoſophie-Fakultät.*)

Einige Phyſiker behaupteten, die Länge der Haarröhrchen trage zu dem höhern Anſteigen der Flüſſigkeiten in ihnen nichts bei. **) Andre behaupten mit Muſſchenbroek das Gegentheil. ***) Es blieb die Sache in Streit. Von Arnim erklärt ſich vor kurzem für Muſſchenbroek's Meinung. ****) Der ganze Streit ſcheint von der Art, wie die Verſuche angeſtellt ſind, herzurühren und

*) Ausgezogen von Herrn Adj. Droyſen aus *Diſſertatio phyſica examinans: an aqua in tubis capillaribus longioribus altius quam in brevioribus aſcendat. Auct. Hällſtröm, Phyſ. Prof., Reſp. Gummerus.* Aboae 1802.

**) *Carré, Memoires de l'Acad. des ſc.* Paris 1705. Vergleiche Erxleben's *Anfangsgründe der Naturlehre*, Lichtenberg's *6te Ausgabe*, S. 142. *H.*

***) *Experimenta*, I — III, p. 277 f. *H.*

****) *Annalen der Phyſik*, B. 4, St. 3, S. 376 f. *H.*

kann vielleicht auf folgende Weise ausgeglichen werden.

Muſſchenbroek war bei ſeinen Verſuchen bemüht, die Haarröhrchen, nachdem das Waſſer in ihnen angeſtiegen war, wieder leer zu machen. Zu dem Ende brachte er ſie an den Mund und ſog das Waſſer aus, ſchnitt darauf das obere Ende ab und tauchte das untere wieder ein. Von Arnim verſichert freilich alle Sorgfalt bei ſeinen Verſuchen angewandt zu haben, ſagt aber nicht, wie er die Röhre vor jedem Verſuche ausleerte; und da ſeine Verſuche mit den Muſſchenbroekſchen übereinſtimmen, bediente er ſich wahrſcheinlich auch der Methode des Ausſaugens. Dies Saugen nun war der Grund, daſs das Waſſer in längern Röhren höher ſtieg, als in kürzern. Denn es iſt unvermeidlich, daſs beim Saugen Luft aus dem Munde in die Röhre tritt; dieſe Luft iſt mit Dämpfen gemiſcht und wärmer als die Röhre ſelbſt; die Dämpfe werden verdichtet und hängen tropfbar an den Wänden der Röhre. Da nun dieſe Flüſſigkeit oft mit öhligen fettigen Theilchen gemiſcht iſt, ſo darf es uns nicht wundern, wenn das Waſſer nach dem Saugen nicht mehr zu derſelben Höhe aufſteigt. Zwar könnte man ſich hiergegen auf Muſſchenbroek's erſten Verſuch berufen, wo das Waſſer in derſelben Röhre vor und nach dem Saugen zu gleicher Höhe ſtieg. Aber dies kann wohl zuweilen eintreffen, wenn die Röhre gleiche Wärme mit den Dämpfen hat, doch wird das Gegentheil häufiger ſeyn.

nun hieraus erhelle, dafs das Saugen die Ur-
leyn könne, dafs das Waſſer in den verkürz-
öhrchen nicht ſo hoch ſtieg, als in den un-
rzten, ſo wurden folgende Verſuche ange-
um zu zeigen, dafs das Verkürzen der Haar-
ien dieſe Wirkung nicht hervorbringe. Eine
trockne Röhre von weiſsem Glaſe, an beiden
offen, deren innerer Durchmeſſer 0,2 ſchwed.
hatte, wurde mit dem einen Ende in reines
r von + 18° (Cell. Therm.) Temperatur
cht getaucht, ſo dafs ſie nur die Waſſerfläche
rte. Als nun das Waſſer in ihr bis zu der
en Höhe geſtiegen war, die nach einer auf
daran befeſtigten Blatte verzeichneten Scale
nien und Zehntheilen einer Linie gemeſſen
e, zog ich das Haarröhrchen heraus, wobei
Waſſer in der Röhre blieb. Darauf wurde der
Theil mit einer Feile abgeſchnitten, die Röhre
neue eben ſo als vorhin eingetaucht, und dann
rum die gröſste Höhe gemeſſen, bis auf wel-
ie Flüſſigkeit in ihr ſtieg. Dies gab die nach-
nden Reſultate:

d. Haarröhrchens
chwed. Linien; 21; 60; 50; 40; 30; 20
des Waſſers im
röhrchen in ſchw.
en 11,5; 12; 11,7; 11,7; 11,7; 11,8.

Mit Enden deſſelben Röhrchens wurden ähnli-
Verſuche, nur mit dem Unterſchiede angeſtellt,
das Waſſer jedes Mahl, wenn ich vom obern

Theile etwas abſchnitt, durch heftiges Klopfen herausgebracht wurde. Dieſe Verſuche gaben Folgendes:

Länge der Röhre:	80;	70;	60;	50;	40;	30;	20;	12″
Höhe des Waſſ. in d. Röhre;	11,6;	11,6;	11,7;	11,7;	11,5;	11,6;	11,7;	11,7″

Ein anderes Ende dieſer Röhre, das, ſo oft ich es abſchnitt, ausgeſogen wurde, gab folgende Reſultate:

Länge der Röhre:	60 ;	50 ;	40 ;	30 ;	20 ;	10″
Höhe des Waſſers in der Röhre:	11,7 ;	9 ;	8 ;	7,6 ;	6,2 ;	6,1″

Aus dieſen drei Reihen von Verſuchen erhellt, daſs die Höhe des Waſſers nicht wegen der Verkürzung der Röhre abnimmt, und daraus wird auch die wahre Urſach einleuchtend. Die kleinen Abweichungen ſind wohl dem beizumeſſen, daſs man es nicht vermeiden kann, die Röhre etwas mehr oder weniger als $\frac{1}{2}$ Linie einzutauchen.

Um den Schein eines vorſchnellen Urtheils zu vermeiden, wurden noch folgende Verſuche angeſtellt. Eine trockne, reine, weiſse, an beiden Seiten offne Glasröhre wurde in der Mitte eines cylindriſchen Gefäſses von 6 Zoll im Durchmeſſer, vertikal, ſo befeſtigt, daſs ſie ſich nicht bewegte, wenn ich den obern Theil abbrach. Darauf wurde mit einem Stechheber Waſſer in das Gefäſs ſo vorſichtig gebracht, daſs keine Wellen, welche die Röhre

über dem eingetauchten Theile hätten naſs machen können, geſehen werden konnten. Das Waſſer ſtieg nun in der Röhre in die Höhe und der Stand deſſelben wurde an der angebrachten Scale genau gemeſſen. Nach jeder Beobachtung wurde mit einer Feile ein Einſchnitt gemacht, und der obere Theil ſo vorſichtig abgebrochen, daſs keine Wellen auf dem Waſſer wahrgenommen wurden, und daſs die Röhre ſich dabei nicht im mindeſten bewegte. Die Röhre hatte ungefähr 0,1 Linie im Durchmeſſer, war 200 ſchwed. Linien lang, und wurde bei jedem neuen Verſuche um 10 Linien verkürzt, bis ſie nur noch 20 Linien lang war. Sowohl gleich anfangs als bei jeder dieſer verkürzten Längen betrug die Höhe des Waſſerſtandes 17,6 ſchwed. Linien. Der noch übrige Theil der Röhre wurde darauf losgemacht, und das Waſſer durch Schütteln herausgebracht, und doch ſtieg es darin immer wieder bis zu 17,6‴, das iſt, bis zu derſelben Höhe, welche es in der 10mahl längern Röhre erreichte. Sobald aber das Waſſer ausgeſogen wurde, waren, bei unveränderter Länge der Röhre, die Höhen des Waſſers folgende: 12,5; 11,3; 11; 10,3; 9; 5 ſchw. Linien. Der letzte Verſuch, worin die Höhe ſo ſehr klein ausfiel, wurde gleich nach dem Eſſen fetter Speiſen angeſtellt.

Aehnliche Verſuche wurden auch mit Röhren von grünem Glaſe unternommen. Die Röhre war rein, trocken und hatte 1 Linie im Durchmeſſer. Das eine Ende wurde ins Waſſer getaucht und das

Waſſer ſtieg in ihr bis auf 25 Linien. Darauf wurde das Waſſer ausgeſchüttelt, die Röhre im Waſſer befeſtigt und nach und nach abgebrochen. Die Höhe blieb immer 25 Linien. Wurde aber das Waſſer ausgeſogen, ſo waren die Höhen folgende: 17; 13; 12; 11; 6 Linien.

Der übrig gebliebene Theil dieſer Röhre, 25,2 Linien lang, wurde durch Schütteln leer gemacht, und das Waſſer ſtieg bis 25 Linien. Darauf wurde mit aller Sorgfalt ſo geſogen, daſs die Lippen nur 5 Linien des obern Endes bedeckten, die Zunge nicht daran kam und kein Speichel hineintreten konnte. Das Waſſer ſtieg nun 17 Linien, nach wiederholtem, eben ſo vorſichtigem Saugen 15 Linien, und wenn die Zunge das Ende berührte, nur 10 Linien. Wurde die Röhre geneigt, ſo ſtieg das Waſſer höher, ſank aber in der ſenkrecht aufgerichteten Röhre wieder bis zu 25 Linien und blieb da ſtehn. Hieraus folgt, daſs beim Saugen etwas in die Röhre getreten ſeyn muſste, welches das Anſteigen verhinderte. Wenn aber das Waſſer höher getrieben wurde, ſo daſs es den reinern Theil der Röhre, woran es ſtärker hing, berührte, ſo blieb es in dieſer gröſsern Höhe. Daraus ſieht man, daſs die Anziehung nur bei *unmittelbarer Berührung*, nicht aber bei bedeutender Entfernung, das Waſſer zu heben vermag.

Die angeführten Verſuche wurden alle mit Gläſern und Waſſer von + 18° Temperatur angeſtellt.

in welchen folglich die Dämpfe des Mundes, die + 32° Wärme haben, nothwendig verdichtet werden mussten. Ich nahm daher nun auch Wasser von + 34° Wärme, und liefs es in einer reinen weiten Glasröhre von 48 Lin. Länge und 0,4 Linien Durchmesser ansteigen. Es erreichte darin eine Höhe von 10 Linien, wenn die Röhre auch + 34° Temperatur hatte. So lange die Röhre eben so warm war, stieg das Wasser immer bis 10 Linien, wenn die Röhre auch ausgesogen wurde; denn die Dämpfe von + 32° konnten in der Röhre von + 34° nicht nur nicht verdichtet werden, sondern wurden noch mehr ausgedehnt, so dass sich keine Feuchtigkeit an den Wänden anzusetzen vermochte. Wurde aber die Röhre, wenn das Wasser in ihr aufgestiegen war, bis 18° abgekühlt und nun das Wasser ausgesogen, so stieg es nachher nur bis auf folgende geringe Höhen: 7, 5, 5, 4 Linien.

Diese Versuche scheinen genügend zu beweisen, dass die abnehmende Höhe des Wassers in den Haarröhrchen bei Muschenbroek's und von Arnim's Versuchen nicht den verkürzten Röhren beizumessen war, und dass also die Kraft, welche das Wasser in den Haarröhrchen hebt, nicht in der ganzen Masse und Oberfläche der Röhre zu suchen ist, sondern dass vielmehr die abnehmenden Höhen in jenen Versuchen nur dem Zwischenraum eines Körpers beizumessen, der weiter als das Wasser an dem

Glaſe anhängt und die Berührung des Glaſes und Waſſers verhindert. *)

*) Daſs Queckſilber in einem Haarröhrchen unter dem Niveau der Queckſilberfläche im Gefäſse ſteht, glaubte Haüy, in den *Séances de l'école normale*, Part. I, Vol. 3, p. 40, (durch einen Verſuch Casbois in Metz verleitet,) rühre nur daher, daſs der Verſuch gewöhnlich mit Queckſilber, das nicht frei von aller wäſsrigen Feuchtigkeit ſey, angeſtellt werde, und daſs unter dieſen Umſtänden das Waſſer die Anziehung des Glaſes zum Queckſilber neutraliſire: mache man dagegen das Waſſer ganz frei von Feuchtigkeit, ſo ſteige auch das Queckſilber in Haarröhrchen an, wie es Casbois durch ſeinen Verſuch gezeigt habe. Um dieſe ſonderbare Ausſage zu prüfen, lieſs Milon reines Queckſilber in einem Kolben eine Viertelſtunde lang kochen, erhitzte zugleich ein Haarröhrchen bis zum Glühen und brachte das nun gewiſs waſſerfreie Haarröhrchen in das gewiſs trockne Queckſilber. Es blieb aber in dem Haarröhrchen eben ſo tief unter dem Niveau der Queckſilberfläche als zuvor. Dieſes iſt der Inhalt eines Aufſatzes des Bürg. Milon über die Haarröhrchen im *Journ. de Phyſique*, t. 54, p. 128 f. *d. H.*

VI.

BESCHREIBUNG

der Tuffgruben bei Brühl und Liblar, wo die braune kölnische Erde oder die sogenannte kölnische Umbraerde gegraben wird,

von

FAUJAS-SAINT-FOND,

Prof. der Geologie am naturh. Muſeum in Paris.

Nebſt einigen vergleichenden Bemerkungen des HERAUSGEBERS *über die Braunkohlenlager im Saalkreiſe und in der Grafſchaft Mansfeld.*

Daſs die ſogenannte kölniſche Umbraerde nichts anderes iſt, das iſt, was nach dem gemeinen bergmänniſchen Sprachgebrauche in unſerm Theile Deutſchlands, und ſo auch im Meiſsner, *Braunkohle*, und was im Werneriſchen oryktognoſtiſchen Syſteme *bituminöſe Holzerde* genannt wird, erhellt ſehr deutlich aus der lehrreichen Beſchreibung jenes noch ziemlich unbekannten Foſſils und ſeiner Lagerſtätte, die ich hier dem Leſer aus den *Annales du Muſeum d' Hiſtoire naturelle par les Profeſſeurs de cet établiſſement*, T. I, No. 6, p. 445—460, in Verbindung mit mehrern verwandten Aufſätzen, mitzutheilen eile. Für unſre Gegenden haben dieſe Aufſätze noch ein beſonderes Zeitintereſſe, über das ich hier ein paar Worte voranſchicken muſs. Noch im Jahre 1772 waren Holz und Steinkohlen im Saalkreiſe

und im Mansfeldischen zu so mäßigen Preisen zu haben, daſs die ungeheuren Niederlagen von Braunkohlenerde, mit denen diese Ländchen und die benachbarten versehen sind, damahls ohne Werth zu seyn schienen. Wenigstens finden sich in der „revidirten Bergordnung für das Herzogthum Magdeburg, das Fürstenthum Halberstadt und die incorporirten Länder, vom 7ten December 1772," die Braunkohlen weder unter den Mineralien und Fossilien, die sich der Landesherr, als zum Bergregal gehörig reservirt, noch unter denen, die dem Dominiis verbleiben sollen, ausdrücklich genannt oder deutlich bezeichnet. Seit mehrern Jahren sind indeſs auch hier Holz und Steinkohlen so im Preise gestiegen, daſs man sich endlich ziemlich allgemein zur Braunkohlenfeuerung bequemen muſste, und seitdem sind die ehemahls vernachläſsigten Braunkohlenlager wahre Kleinodien geworden, über deren Regalität nun schon seit mehrern Jahren zwischen dem königl. Bergamte zu Wettin und einigen Grundeigenthümern im Saalkreise und im preuſsischen Mansfeld ein Rechtsstreit geführt wird, der ohne ein Gutachten von Sachverständigen nicht entschieden werden konnte. Es kam darauf an, „ob das streitige Fossil, seiner natürlichen Eigenschaft „nach, bloſs eine mit Erdpech vermischte *Torferde*, oder „eine ächte wahre *Braunkohle* sey;" eine Frage, in der, auſser den Stimmen der vortrefflichen Freiberger Geognosten, des H. Berghauptmanns von Charpentier und des H. Bergraths Werner, ferner des H. Bergraths Voigt aus Ilmenau, des H. Oberbergraths Gerhard aus Rothenburg, und des H. Bergraths und Professors Scherer, auch die Meinige verlangt wurde. Die Urtheile aller fielen dahin aus, daſs das streitige Fossil kein Torf, sondern die ächte wahre Braunkohle nach bergüblichem Sprachgebrauche sey; nur wie es sich zur Steinkohle verhalte, darin wichen die Stimmen von

einander ab. (Eine deutliche Auseinandersetzung des Streitpunkts, und eine mit Kenntnifs und Unparteilichkeit abgefafste Beurtheilung der Gründe der zu Rathe gezogenen, hat Hr. Prof. Vater in Halle in den Magdeb. Halberst. Blätt. von Burckhausen und Jakob, 80r Stück bekannt gemacht.) Für meinen Theil bemerkte ich insbesondere, dafs ich den Gegensatz in der Frage: Torferde oder ächte wahre Braunkohle, nicht anerkennen könne, und dafs, wenngleich unsre Braunkohlenlager gewifs keine Torfmoore, und unsre Braunkohlengruben gewifs keine Torfstechereien sind, es doch möglich sey, dafs die Braunkohlen mit aus *Torferde* bestünden. Es sey mir erlaubt, ich hinzu, selbst wahrscheinlich, dafs zusammengeschwemmte und weiter zersetzte Torfmoore so gut Antheil am Entstehn derselben haben, als zusammengeschwemmtes und verschüttetes Holz. Unter andern berief ich mich bei dieser Meinung auf Widenmann's Anfage, (in seinem Handbuche der Mineralogie, S. 634,) dafs Pechtorf in Braunkohlen übergehe, und auf das, was H. von Beroldingen in seinen Beobachtungen, Zweifeln und Fragen die Mineralogie betreffend, von dem sogenannten Pechtorf in Niederlothringen und Westphalen und von der kölnischen Umbraerde, (doch schwerlich aus eigner Ansicht,) anführt. Ueber diese letztern Fossile und über die ganze Frage verbreiten gegenwärtiger Aufsatz von Faujas-Saint-Fond, der lange als sorgsamer Beobachter bekannt ist, und die darauf folgenden Aufsätze ein neues Licht, und scheinen mir daher, auch in dieser Hinsicht, Aufmerksamkeit zu verdienen. Vielleicht, dafs sie zugleich Veranlassung zu einigen interessanten analogen, noch nicht gemachten Beobachtungen in unsern Braunkohlengruben und Torfstechereien geben, um deren Mittheilung ich die, welche Gelegenheit finden sollten, sie anzustellen, ersuche. *d. H.*

Die ſogenannte köllniſche Umbraerde iſt den Farbenhändlern und Mahlern ſehr wohl bekannt. Wenn man ſie auf eine eigne Art präparirt, ſo wird ſie zur Miniatur-, in einigen Fällen auch zur Oehlmahlerei geſchickt, beſonders zur Grundirung in den braunen Tinten. Am häufigſten bedient man ſich ihrer aber in der Mahlerey mit Waſſerfarben zu Decorationen und andern Sachen. Köllner Kaufleute ſind ſeit jeher im Beſitze des Handels mit derſelben, daher der Name: *köllniſche Erde*, obſchon die Gruben einige Meilen von Kölln liegen. Gewöhnlich bezeichnet man mit dem Namen: *Umbra*, ein braunes Eiſenoxyd, mit dem dieſe Erde nichts als die Farbe gemein hat; da köllniſche Kaufleute auch damit handeln, ſo wurden beide manchmahl unter dem Namen: *köllniſche Umbraerde*, mit einander verwechſelt. *) Endlich nennt man auch

*) Nach Hochheimer's chemiſcher Farbenlehre, Th. I, S. 127, „iſt der eigentliche *Umber* lichtbraun, ins Röthliche ſcheinend und wird durch Glühen völlig braunroth; ihn übertrifft aber die *köllniſche Erde* an Dunkelheit und Schönheit, daher auch ihr Gebrauch in der Mahlerei gewöhnlicher ſey.“ In *Umbrien* im Kirchenſtaate findet man übrigens auch um Spoleto foſſiles Holz, und daher wahrſcheinlich auch ähnliche Lager bituminöſer Holzerde als unweit Kölln. Der Fürſt von Gallicin führt in ſeinem *Recueil des Noms en Minéralogie*, Bronsv. 1801, als Synonyma auf: *Köllniſche Erde*, *Umbraerde*, *Bergbraun*, *brauner Ocher*, und beſchreibt ſie als eine dunkelbraune, zerreibliche leichte Erde, die ſich

rahl einen fetten weifsen Thon, der ſich in der Legend der Abtei *Laac* findet, und der zu Wedgwoodſchen Thonwaaren ſehr gut zu brauchen iſt, *köllniſche Erde*, (oder *köllniſchen Pfeifenthon*,) weil ich davon zu Kölln eine Niederlage befindet. Die Arbeiter in den Gruben, aus welchen man die braune köllniſche Erde erhält, nennen ſie *Turff*, (*Torf*, *umbra*,) und dieſer Name ſcheint mir der paſſendſte, und der zu ſeyn, welcher der Natur der Sache am meiſten entſpricht. *)

am Feuer etwas verzehre, dabei einen unangenehmen Geruch verbreite, und durch das Calciniren weifs werde. Nach Klaproth, dem wir eine genaue Analyſe *cypriſcher Umbra* verdanken, (Beiträge zur chem. Kenntniſs der Mineralkörper, B. 3, S. 135,) die mit der *feinen türkiſchen Umbra* der Mahler gänzlich übereinkömmt, iſt dieſe *ächte Umbra* eine Abart des okerigen Brauneiſenſteins, und beſteht aus 0,48 Eiſenoxyd, 0,20 Braunſteinoxyd, 0,13 Kieſelerde, 0,05 Thonerde und 0,14 Waſſer. Die braune Stauberde, welche bei den ältern mineralogiſchen Schriftſtellern unter dem Namen: *Umbra*, vorkömmt, und mit der ächten nichts als die Farbe gemein habe, erklärt auch Klaproth für eine bloſse erdige Braunkohle, die im Feuer zu Aſche verglimmt, daher Cronſtedt ſie *Mumia vegetabilis*, und Wallerius *Humus umbra* genannt haben. *d. H.*

*) Man ſieht hieraus, daſs die köllniſche Umbraerde und der ſogenannte Torf der jülich-bergiſchen und köllniſchen Lande, welcher nach dem angeführten Werke des Herrn von Beroldingen immer

Der Baron von Hübſch in Kölln war der Erſte, der die wahre Natur dieſer braunen Erde erkannt hat. „Ich habe mich," ſagt er in einem vor vielen Jahren erſchienenen periodiſchen Werke, „durch mehrere Verſuche überzeugt, daſs unſre *Umbra* oder ſogenannte *braune kölniſche Erde* nichts anders als verſchüttetes Holz, oder die Art von foſſilem Holze iſt, das man *bituminöſes Holz*, *verkohltes Holz*, *Torfholz* oder *gegrabnes Holz* nennt. Man findet dieſes foſſile Holz in den Torfgruben und Moorgründen unſers Landes, in Geſtalt einer

ſtarken Lage unter Sand, oft 2 bis 3 Lachter mächtig vorkommen, und zuweilen ganze Stunden Weges unter dem Sande fortſtreichen ſoll, ein und daſſelbe iſt. Herr von Beroldingen nennt dieſen ſogenannten Torf *Pech*- oder *Bergtorf*, im Gegenſatze des Moraſttorfs, und meint, er ſey wahrſcheinlich durch Ueberſchwemmung entſtanden, indem eben der Stoff, aus dem die übrigen Torfarten beſtehn, auf eine lockere Unterlage, und in einer erhabnen Gegend niedergeſetzt worden. Wir werden, aus dem Folgenden ſehn, in wie fern die Meinung, daſs dieſes Foſſil und die übrigen Torfarten aus einerlei Stoff beſtehn, der Wahrheit gemäſs iſt; und nur wenn ſie es iſt, möchte der Name: *Torf*, der Natur der Sache wirklich entſprechen. In einigen Provinzen iſt indeſs, wie hieraus erhellt, dieſer Name gäng und gebe, und wahrſcheinlich würde er es auch hier ſeyn, wäre Torf vor Zeiten bei uns ein ſo allgemein bekanntes Brennmaterial geweſen, als er es in den an Holland grenzenden Provinzen längſt ſeyn muſste.

d. H.

weichen dunkelbraunen Erde. Manchmahl kommen darin ganze Bäume vor. Ich habe mich auf alle Art vollkommen überzeugt, dafs unsre Köllner Erde verschüttetes oder durch mineralische Dünste und unterirdisches Wasser aufgelöstes Holz ist.“ Dafs die Köllner Erde aus wahrem Holze, welches in Erde zerfallen, entstanden ist, darin hat der Baron von Hübsch, wie wir gleich sehn werden, vollkommen Recht. Allein er hat eine in der Mineralogie sehr wichtige Sache unterlassen, nämlich eine Beschreibung der Lagerstätte und der Förderung dieses Fossils. Ich sagte ihm dieses, als ich mich einige Monate in Köln und der Nachbarschaft aufhielt. Er erwiederte, er habe das Geognostische einer zweiten Abhandlung vorbehalten, an die er indefs nicht gekommen sey, und ermahnte mich, diese Lücke auszufüllen, da ich mich einmahl in der Nähe der vorzüglichsten Gruben aufhielte und von einem geschickten Zeichner, (es war *Thouin*,) begleitet würde. Er erbot sich, uns dabei zum Führer zu dienen, und ich nahm dieses mit vielem Vergnügen an. Die Reise ging ein paar Tage darauf vor sich.

Erst ging es über das schöne Lustschlofs des Kurfürsten von Köln, *Brühl*, 2 Meilen von Köln. Dann schlugen wir den Weg nach *Liblar* ein und kamen, nachdem wir eine Viertelstunde gegangen waren, am Fufse, und nach einer zweiten Viertelstunde auf der Höhe des Hügels an, in welchem sich, hart am Wege nach Liblar, die Brühler Turfgrube findet.

Man ſieht hier an freiem Tage in einer ſehr ſchwarzen Erde, von deren Mächtigkeit ſich noch nicht urtheilen läſst, weil man noch nicht bis auf unterſt gekommen iſt, eine tiefe Grube von ziemlich groſser Ausdehnung; dieſes iſt die Torfgrube, in der die Brühler Umbraerde bricht. Die Umbraerde liegt hier unter einer Lage von Grand oder zuſammengeſchwemmten Kieſeln, die im Mittel 12 Fuſs mächtig iſt. Dieſe Kieſel ſind faſt alle abgerundet, die gröſsten kaum ſo groſs als ein Hühnerei, und ſie beſtehn faſt durchgehends aus weiſsem, oder aus durchſichtigem grauen oder gelben Quarze und aus etwas grobem röthlichen, braunen oder hellbraunen Jaſpis. Doch fand ich darunter auch ein Stück feinkörnigen rothen Jaſpis, der eine gute Politur annahm. Dieſes Lager von Kieſeln iſt manchmahl mit etwas Sand und Thon gemiſcht, und liegt unmittelbar auf der Umbraerde auf. *) Die Umbraerde

*) Auch das Braunkohlenlager bei *Döllnitz*, 1 Stunde ſüdlich von Halle, liegt unmittelbar unter darüber geſchwemmten Kieſeln und Grand, die es 1 bis 2 Lachter hoch bedecken. Das ausnehmend groſse und mächtige Braunkohlenlager bei *Langenbogen*, 2 Stunden weſtlich von Halle, iſt an einigen Stellen 3, an andern 10 bis 12 Lachter hoch mit einem grau-weiſsen Sande bedeckt, der gleich unter der Dammerde und unmittelbar auf den Braunkohlen liegt, und den unſer Herr Kriegsrath von Leyſer; unter deſſen Oberaufſicht dieſe Werke ſtehn, für Gypsſand, (das heiſst, aus Gyps und Sand beſtehend,) hält, doch ohne ihn chemiſch unterſucht

an 30 Fuſs tief ſenkrecht abgeſtochen, doch hatte es, was nachgeſtürzt war, zwei Drittel von dieſer Höhe bedeckt, ſo daſs jetzt die ſenkrechte Tiefe nur 12 Fuſs betrug. *)

Bis zu dieſer Tiefe konnte ich daher das Lager mit aller Bequemlichkeit unterſuchen. Es iſt von dunkelbrauner Farbe, die, wenn das Foſſil feucht iſt, ins Schwarze, wenn es dagegen recht trocken und im Sonnenlichte iſt, ins Carmeliterbraun ſpielt. Das iſt die Maſſe ſchwammig, nachgebend, etwas klitſch und weich von Gefühl. **) Sie hat weder Bruch noch Gefühl, gleicht etwas der völlig aus-

zu haben. In dieſem Sande finden ſich Stücke dichten Gypſteins von verſchiedner Gröſſen. Bei *Röblingen* hart am ſalzigen See, und ſo auch bei *Schorbes* ſind die Braunkohlen bloſs von der Damm-erde und zuſammengeſchwemmtem Sande bedeckt. Am erſtern Orte ſetzt das Lager weit in den ſalzigen See hinein; am letztern ſteht es auf Gypſand.

d. H.

*) Das Döllnitzer Braunkohlenlager iſt 2¼ bis 4½, das Röblinger höchſtens 2½ Lachter, dagegen das Langenbogner 6, und an einigen Stellen 8 Lachter mächtig. Die Sohle des letztern beſteht aus Sand.

d. H.

**) Sollte nicht vielleicht bloſs auf dieſer Verſchiedenheit der Braunkohlen, je nachdem ſie naſs oder trocken ſind, der Unterſchied zwiſchen den tief und den hoch liegenden Braunkohlen beruhen, welcher einige beſtimmt hat, jene für eine andre Art von Foſſil zu halten, und ſo z. B. die faſt im Niveau

gebrauchten Gerberlohe, und ſchwärzt ein wenig die Finger. Man erkennt mit bloſsen Augen ſehr wohl, daſs die ganze Maſſe, aus nichts als Holztheilen beſteht, deren Zuſammenhang aufgehoben iſt, die comprimirt und zerkleinert ſind, und die zu verſchiednen Holzarten gehört zu haben ſcheinen. Im Ganzen iſt die Zerſetzung ſchon zu weit gegangen, als daſs es möglich wäre, dieſe Arten noch zu beſtimmen; doch finden ſich darin noch einzelne minder entſtellte Holzſtückchen, die vielleicht von härterm oder weniger zerſetzbarem Holze herrühren. Einige ſolche Stücke ſind 6 bis 8 Zoll lang und 2 bis 3 Zoll dick, manche ſchwarz wie Ebenholz, andre röthlich-braun. *)

Unterſucht man mit Genauigkeit die Oberfläche dieſer Erde, ſo bemerkt man hier und da Striche einer ſchwarzen, etwas glänzenden Materie, die dem Erdharze, (*Bitume*,) gleicht, doch etwas trockner und zerreiblicher als dieſes iſt. Auf glühende Kohlen geworfen, verbreitet dieſe ſchwarze Maſſe einen unangenehmen Geruch, dem des ſchlechten Erdharzes ähnlich, entzündet ſich aber nicht.

des ſalzigen Sees ſtehenden Röblinger Braunkohlen, und die unterſte Bank im Langenbogner Werk, (aus welchem die Tagwaſſer durch Pumpen herausgezogen werden,) für *Moorkohlen*, einem von den Braunkohlen verſchiednen Foſſil, auszugeben?

d. H.

*) Alles dieſes paſst genau auf unſre Braunkohlenlager. *d. H.*

So weit das Lager entblöst war, enthielt es eder Sand noch Thon, sondern bestand blos aus olztheilen, die in eine Art von Dammerde verandelt waren, bis auf einige Holztheilchen, die nger widerstanden haben, und die bituminösen riche, welche indess selten sind. Man findet aber, as besonders merkwürdig ist, hier und da in dem ager Fragmente *wahrer Holzkohle*, die in Farbe, ichtigkeit, Zerreiblichkeit, und in ihren chemiben Eigenschaften dem durch Hitze verkohlten olze vollkommen gleichen. Es lässt sich hieran cht zweifeln, wenn man es beobachtet hat, und obhon diese Kohle sich nur in geringer Menge und an erschiednen Punkten zerstreut vorfindet, so kömmt doch in Stücken bis auf die Grösse eines Fingers Innern der köllnischen Umbraerde vor, auf die er gewis keine hohe Hitze gewirkt hat.*)

Dieses sind die Materien, aus welchen dieser unehnre und bewundernswürdige Haufen von Holz

*) Dieselbe Bemerkung habe ich Gelegenheit gehabt bei dem Braunkohlenlager unweit *Helbra* und *Alsdorf* 1½ Stunde nordwestlich von Eisleben zu machen. Auch da fand sich in den Braunkohlen eine Menge kleiner schwarzer Stückchen, die völlig das Ansehn wahrer Holzkohlen hatten. Ich machte die trefflichen Mineralogen, in deren Begleitung ich im September 1800 dieses Lager besah, darauf aufmerksam; da aber die Stücke vor dem Eingange des bergmännisch bearbeiteten Werkes aufgelesen waren, so glaubten sie, die Kohlenstück-

beſteht, das weder zu Kieſen (?) noch zu Steinkohlen geworden iſt, ſondern eine einfache Veränderung erlitten hat, die es faſt gänzlich desorganiſirt und in eine Art von Gartenerde umgewandelt hat. Mit dem gewöhnlichen *Torf* der Moräſte läſst ſich dieſe Umbraerde nicht verwechſeln; denn dieſer beſteht nur aus Fibern, Wurzeln und Blättchen verſchiedner Waſſerpflanzen, von denen ſich noch manche Arten erkennen laſſen, indels die Umbraerde ſchlechterdings nichts als Trümmer von Holz zeigt. *)

Ungeachtet auf ihr eine Laſt von 12 Fuſs hohem Geſchiebe liegt, ſo iſt doch die Umbraerde ſchwammartig und ſehr begierig nach Feuchtigkeit, daher ſie nach Regengüſſen aufſchwillt und etwas compreſſibel, ja ſelbſt ein wenig elaſtiſch wird. Die Arbeiter fördern dieſe Lager holziger Materien, die ſich in eine Art von Torf verwandelt haben, (*ces bancs de matières ligneuſes changés en une eſpèce de tourbe*,) mit der gröſsten Leichtigkeit, indem ſie ſie ſchichtenweiſe mit ſtählernen Spaten, deren Stiel etwas gekrümmt iſt, ausſtechen. Iſt

chen wären da durch Zufall hineingekommen. Auch fanden ſich in dieſen Helbraer Braunkohlen kleine zerreibliche wie gepülverte hellgelbe Nieren, die mit zerſtoſsnem Harze die gröſste Aehnlichkeit hatten und wahrſcheinlich Bernſtein ſind. *d. H.*

*) Derſelbe Grund, warum bei uns alle Sachverſtändigen dahin übereinſtimmten, daſs unſre Braunkohlen kein Torf ſind. *d. H.*

an bis zu einer ſolchen Tiefe gekommen, daſs
an ſich nicht gut mehr der Schiebkarren bedienen
ann, ſo bedient man ſich zum Herausfördern gro-
er Körbe, die an Seilen hängen, und der einfach-
en Art von Rundbaum.

Die einzige Präparation, welche die Umbraerde
n Ort und Stelle erhält, iſt, daſs ſie, (nachdem ſie
vor, wenn es in trockner Zeit nöthig iſt, ange-
uchtet worden,) von Weibern und Kindern in ei-
e Art von hölzernen, koniſchen Formen, von
er Geſtalt und Gröſse der gewöhnlichen Blumen-
pfe, geſchlagen, dann herausgenommen, und in
roſse dazu beſtimmte Einzäunungen, denen bei
iegeleien ähnlich, um zu trocknen, geſetzt wer-
en. Sind ſie ſo weit getrocknet, daſs ſie ſich,
hne Gefahr zu zerbrechen, handhaben laſſen, ſo
tzt man dieſe Kuchen in Haufen über einander, ſo
ſs Luft und Sonne freien Zutritt haben, da ſie
enn bald ſo feſt werden, daſs ſie den Transport in
arren oder Wagen aushalten. So bringt man ſie
den Handel, oder in die benachbarten Städte
nd Dörfer als Brennmaterial oder zu anderm
utzen. *)

*) Förderung und Behandlung unſrer Braunkohlen ſtimmen in allem dieſem mit den angegebenen nahe überein, nur daſs man bei uns das Formen mehrentheils dem Käufer überläſst, der die Braunkohlen in Erdgeſtalt fortfährt und ſie ſelbſt, mehrentheils in Geſtalt von Backſteinen, formen und trocknen läſst. *d. H.*

Das, was die Holländer jährlich an ſogenannter Umbraerde zur Mahlerei in Waſſerfarben und Oehl, und zu andern Gebrauche ausführen, *) iſt nichts im Vergleiche mit dem, was davon die benachbarten Städte und Dörfer verbrauchen, die kein anderes Brennmaterial als dieſes für ihren täglichen Gebrauch haben. Auch verbrennt man davon unmittelbar bei den Gruben eine Menge zu Aſche, welche ein herrliches Dungmittel abgiebt, und als ſolches weit umher verfahren wird. Die hierzu beſtimmte Erde ſticht man gleich in parallelepipediſ-

*) Man verſichert, daſs man in mehrern berühmten holländiſchen Schnupftabaksfabriken dem Tabak Saft und Weiche dadurch giebt, daſs man ihn mit kölniſcher Umbraerde verſetzt, die ihn färbt, und ihn weich und friſch macht. Daraus erklärt ſich, wie einige Miniaturmahler aus holländiſchem Tabak eine dauerhafte, ſehr brennende gelblich-braune Farbe ziehn können, während anderwärts präparirter Tabak dazu nicht geſchickt iſt. Dieſe Verſetzung macht den Tabak angenehmer, ohne der Geſundheit zu ſchaden. Denn ſo wie der Tabak ſelbſt der Staub von Pflanzenblättern iſt, die eine Gährung gelitten haben, ſo iſt die kölniſche Umbraerde in Erde verwandeltes Holz. *Faujas*

[Daſs man unſre Braunkohlen ſchon jetzt zu Farben präparire, oder ſie dem Schnupftabak beimiſche, iſt mir nicht bekannt. Dagegen haben Bowles und Dillon ſchon vor geraumer Zeit aus Spanien die Notiz mitgebracht, daſs in der groſsen königlichen Tabaksfabrik zu Sevilla, welche ganz Spanien ausſchlieſslich mit Tabak verſieht, der Schnupftabak

lus Stücke, trocknet diese, ohne sie vorher noch
Formen zu schlagen, und verbrennt sie dann, da
ist der Regen sie nichts nässe, (welches ihre Güte
vermindern würde,) in hölzernen Hütten, die gro-
tentheils blos mit Stroh gedeckt sind. Die Asche
von feinem und fettigem Gefühl, sehr weiss, und
leichter als die gewöhnliche Holzasche. Doch
ist es auch eine Art, die etwas kalk ist. Man
nimmt auf 1 Morgen von 80 Quadratruthen, die
Ruthe zu 6 Fuss gerechnet, 18 Malter Asche.
1 Malter (*Maid*,) enthält 8 *Sepeler* Kölnen (?)
laals. *)

mit einer rothen, ausserordentlich feinen, nicht
im mindesten mit Sande vermischten, trippelartigen
Erde vermischt werde, die den Namen: *Almagre-*
Erde führt, und bei *Almazarron* unweit *Carthagena*
im Gebirge, in einem mächtigen Leger gefunden
werde. Der Sevillische Tabak soll von dieser Erde
seine schöne Farbe und das angenehme Gefühl er-
halten, und durch diese Beimischung unnachahm-
lich seyn." Sehr möglich, dass diese Almagre-
Erde nichts als sorgfältig präparirte Braunkohle
oder der sogenannte Umbraerde ist. *d. H.*

*) Bei uns, wo man in der Nähe einer grossen Stadt
keinen Mangel an thierischem Dünger hat, wird
die Braunkohlenasche nur sehr sparsam hier und da
als Düngmittel gebraucht. Zwar schüttet man sie
in den Haushaltungen gewöhnlich in die Mistgru-
ben, doch gesteht das eben nicht in der Idee,
dass sie dem Acker zuträglich sey. Die Braunkoh-
lenasche aus den Salinen, die umsonst zu haben ist,
findet unter unsern Ackerbauern gar keinen Ab-

Die Umbraerde brennt mit einer kaum ſichtbaren Flamme, ja mehrentheils mit gar keiner. Die Art, wie ſich dieſes Brennmaterial entzündet, hat einige Aehnlichkeit mit der beim Schwamme, oder vielmehr beim Agaricus, [*Boletus*,] aus dem der Schwamm gemacht wird, der zwar, ſobald er mit den glühenden Kohlen in Berührung kömmt, Feuer fängt, durch den ſich das Feuer aber nur verdeckt und langſam verbreitet. Gerade ſo bedeckt ſich die Umbraerde beim Brennen mit einer weiſslichen Aſche; das Feuer aber dringt in das Innere und bildet einen glühenden Kern, der ſehr lange dauert und zu allem häuslichen Gebrauche hinlängliche Hitze giebt, obſchon das äuſsere Anſehn kaum auf Hitze ſchlieſsen läſst. Man iſt nicht wenig verwundert, wenn man in die Küchen dieſes Landes tritt, eine ſtarke Hitze zu fühlen, die ſich von der Feuerſtätte aus verbreitet, und die Töpfe umher kochen zu ſehn, während das Feuer kaum wahrzunehmen und mit Aſche bedeckt iſt. Ein ſolches Brennmaterial iſt freilich traurig; der Anblick deſſelben macht

nehmer; eben ſo wenig indeſs der Pfannenſtein, der an andern Orten begierig geſucht wird. In Schönebeck bleibt ſelbſt die Torfaſche ungenützt vom Landmanne liegen. In wie fern, und durch welche ihrer Eigenſchaften die Torf- und Braunkohlenaſche dem Acker zuträglich iſt, darüber hat man, ſo viel ich weiſs, noch keine Verſuche.

d. H.

acht die Einbildungskraft erstarren, (*glace l'imagination*,) der Geruch, der sich umher verbreitet, unangenehm, und man muss für wahr jedes andern Lebensmittels beraubt seyn, ehe man sich zu diesem entschliessen kann. Der gewöhnliche Torf der Lausitz ist im Ganzen auch nicht allzu angenehm; indessen giebt er eine Art von Helligkeit, und ist allemahl der Umbraerde vorzuziehen, die man wahrhaft eine Feuerung für die Todten, (*chauffandrs morts*,) nennen möchte. *)

Noch grösser und ausgedehnter als diese Brühler Grube, sind die *Turff*- oder *Umbragruben bei Liblar*, durch man von Brühl zu Wagen in 1½ Stunden gelangen kann. Kurz ehe man in dieses Dorf kömmt, sieht man das Schloss *Gracht*, wo die verwittwete Gräfin von Metternich wohnt; ein sehr angenehmer Aufenthalt, von schönen Gewässern er-

*) Die Stadt Halle und die umliegenden Gegenden bestreiten jetzt den gröfsten Theil ihrer Feuerung mit diesem Brennmaterial, das manchem Einwohner, ehe er sich daran gewöhnte, noch trübseliger und fürchterlicher als selbst unserm Verfasser schien. Selbst die Salzsiedung wird fast ganz bei Braunkohlenfeuer bewirkt; bei einem solchen Feuer unter einer der grofsen Salzpfannen würde unser Verfasser sich bald überführt haben, dass auch die Braunkohlen mit einer mächtigen und hell lodernden Flamme brennen können. Nur zur Heitzung des Kessels der Dampfmaschinen scheinen sie nach Versuchen, die darüber angestellt sind, unfähig zu seyn. *d. H.*

friſcht, und mit einem wohl unterhaltnen Park, Gärten, und einer Naturalienſammlung geziert. Ueber 200 Arbeiter aus dem Dorfe Liblar, Weiber und Kinder ungerechnet, ſind in den dicht umherliegenden Turff- oder Umbraerde-Gruben den gröſsten Theil des Jahres über beſchäftigt. Dieſe Gruben ſind durch ihre groſse Ausdehnung, die Art der Förderung und ihr groſses Alter der Aufmerkſamkeit des Naturforſchers vorzüglich würdig. Man denke ſich einen horizontal fortlaufenden Hügel, der in einer Länge von faſt $\frac{1}{4}$ Meile ſenkrecht abgeſtochen iſt, ſo hat man ein Bild dieſer Gruben, in welchen die Umbraerde überall 12 Fuſs und mehr mächtig iſt. Die Betreibung iſt hier gerade ſo wie bei Brühl.

Die ganze unerſchöpfliche Niederlage von Umbraerde iſt gleich der bei Brühl mit zuſammengeſchwemmten Kieſeln bedeckt, die ein im Mittel 10 Fuſs mächtiges Lager bilden, und aus denſelben Kieſeln wie bei Brühl beſtehn; nur findet man hier mitunter abgerundete milchweiſse und graue Quarzſtücke, die 60 bis 80 Pfund wiegen. An den meiſten Stellen liegen dieſe Kieſel unmittelbar auf der Umbraerde; an einigen Stellen findet ſich indeſs zwiſchen beiden eine dünne Lage Quarzſand, oder ſehr kleine Lagen eines grauen oder weiſsen Letten, dergleichen auch wohl einige Zoll weit in die Umbraerde ſelbſt hineingehn und mit Holztheilchen vermiſcht ſind. Einige 1 bis 2 Fuſs breite Spalten, die von oben herab, mehr oder weniger

ſenkrecht und keilförmig 5 bis 6 Fuſs tief in das Lager hineingehn, ſind mit Kieſeln von den obern Geſchieben angefüllt. Auch bemerkt man da, wo das obere Gerüll an die Umbraerde grenzt, in einem Raume von 2 bis 3 Fuſs einige concentriſche Zonen von Umbraerde, die mit platten Kieſeln abwechſelt, welches durch die Bewegung des Waſſers zu der Zeit bewirkt zu ſeyn ſcheint, als Meeresſtröme dieſe groſsen Maſſen von Vegetabilien hier anhäuften.

Die Grube bei *Brühl* liegt auf einem hohen Terrein; die bei *Liblar* auf dem Plateau einer noch gröſsern Höhe. Eben ſo die Gruben bei *Kierdorf*, bei *Bruggen*, bei *Balkhauſen*, bei *Walberberg* und an andern Orten, die auf derſelben Linie liegen. Der Rhein iſt 3 Meilen entfernt, und ſein jetziges Bette liegt über 400 Fuſs unter dem Niveau dieſer Gruben. *)

Das Lager von Liblar iſt auſserordentlich mächtig. Mit Geſenken, die darin zum Verſuche bis auf eine Tiefe von 40 Fuſs und mehr abgeteuft wurden, und die man wegen Waſſers und verdorbner Luft endlich aufgeben muſste, hatte man noch nicht die Sohle des Lagers erreicht.

*) Auch das mächtigſte und ausgedehnteſte unſrer Braunkohlenlager, das bei Langenbogen, findet ſich in Anhöhen, an deren Abhang es ſich völlig abſchneidet, indeſs es mächtiger wird, wo es in den Berg ſetzt. Die Anhöhen ſchlieſsen eine groſse Ebne ein, und das Lager folgt ihnen in ſeinem Streichen.

d. H.

Bei der grofsen Ausdehnung, in welcher es entblöfst und bis jetzt fchon durchfucht ift, hat man darin manches entdeckt, das uns in den Stand fetzen dürfte, einige der Bäume zu beftimmen, aus denen diefe ungeheuren Niederlagen von holziger Materie, die jetzt faft ganz in Erde zerfallen ift, mit entftanden find. Sie ift nicht nur voll Stückchen bituminöfen Holzes, das mehr oder minder pyrituös ift, fondern man hat in ihr noch ganze Baumftämme gefunden, die über 2 Fufs dick und 15 Fufs lang, und noch nicht entartet waren. Je tiefer diefe Bäume liegen, defto compacter find fie, und fie laffen fich dann fägen und bearbeiten; allein an der Luft dauert es nicht lange, fo zerblättern fie fich, ob fie gleich nicht kiefiger Natur zu feyn fcheinen. Bei Verfuchsgefenken hat man in Tiefen von 35 Fufs Stämme gefunden. Ich fage Stämme, denn unter der grofsen Menge, die ich an Ort und Stelle gefehn habe, fand ich nie, weder einen Aft noch eine Wurzel. *) Man kann daraus zwei verfchiedne Folgerungen ziehn: Einmahl, dafs diefe Bäume wohl aus einem Gefchlechte feyn könnten, die

*) Auch in den Braunkohlenlagern um Halle foll fich von beiden keine Spur finden, wohl aber foll bituminöfes Holz mit Aeften in einigen näher bei Magdeburg liegenden Gruben vorkommen. An einem vorzüglich mächtigen Blocke bituminöfen Holzes aus den Beuchlitzer Gruben, die ehemahls faft lauter feftes Holz, jetzt aber faft nur Holzerde liefern, glaubt Herr Kriegsrath von Leyfer einen Anfang der Wurzel bemerkt zu haben. *d. H.*

gleich den Palmenbäumen von Natur keine Seitenäſte haben; oder auch, daſs Ströme dieſe Bäume von weitem hergeſchwemmt, und dabei durch Reiben und Stoſsen und durch die Gewalt der Wellen ihre Aeſte und Wurzeln zerſtört haben.

Man findet ferner zuweilen in der Umbraerde zu Liblar *Früchte* von dunkelbrauner Farbe, die auf den erſten Anblick ganz die Geſtalt gewöhnlicher mit ihrer äuſsern Hülle noch umgebner Nüſſe haben, ſich aber bei einer genauern Unterſuchung davon ganz verſchieden zeigen. Sie ſind nämlich durch und durch ſolide; und obſchon ſie ihre Härte verloren haben und zum Theil ſchon in den Zuſtand von Umbraerde übergegangen ſind, ſo haben ſie doch im Innern noch ihre Geſtalt und Organiſation behalten. Ich habe einige derſelben mit einer ſehr feinen Säge der Länge nach durchſchneiden laſſen, um ihre innere Textur zu ſehn. Sie ſind durchgehends ſolide und zeigen feſtere knochenähnliche Lineamente, die der Zerſetzung ſtärker widerſtanden haben. Auf Tafel V ſieht man ſie mit der gröſsten Genauigkeit abgebildet. Unſre geübteſten Botaniſten, wie Juſſieu, Desfontaines, Lamark und Thouin, finden, daſs dieſe Früchte eine groſse Aehnlichkeit mit der Nuſs der Arecapalme, (*Areca cathecu* L.; *Areca faufel*, Gärtner, tab. 7, Fig. 2,) haben, eines Baums, der in Oſtindien, auf den Moluccen und in den ſüdlichen Gegenden China's wächſt. Sie glaubten zwar nicht geradezu behaupten zu dürfen, daſs dieſe

Früchte gerade von der Arecapalme herrührten, ſo viel Aehnlichkeit ſie auch mit den Arecanüſſen haben; darin aber ſtimmten ſie alle überein, daſs es Früchte eines Baums ſind, der zu den Palmenarten gehört. Daran läſst ſich nicht zweifeln, wenn man die drei Löcher oder kleinen Oeffnungen ſieht, welche ſie charakteriſiren, und ſich in dem Theile finden, der dem Stiele entſpricht. Auf Tafel V iſt eine der Früchte mit dieſen drei Oeffnungen abgebildet. Dieſe für die Geologie ſo intereſſante Thatſache verdient bekannt zu werden, und macht die Gruben um Liblar der Aufmerkſamkeit des Naturhiſtorikers würdig.*)

*) Früchte, die ſich in unſern Braunkohlenlagern gefunden hätten, ſind ſelbſt Herrn Kriegsrath von Leyſer, wie er mir verſichert, nie vorgekommen, ſo häufig er auch unſre Braunkohlenwerke beſucht habe. Der Steiger zu Langenbogen will indeſs einmahl eine Eichel in den dortigen Braunkohlen gefunden haben; ſehr möglich, daſs auch das eine Arecanuſs war. Vielleicht, daſs die Beobachtungen Faujas bald einen ähnlichen Fund oſt- und ſüdindiſcher Fruchtarten auch bei uns veranlaſſen, in welchem Falle ich um Mittheilung und Nachricht davon bitte. — Von den *oſtpreuſsiſchen Bernſteinlagern* haben wir wirklich ſchon ganz analoge Beobachtungen. Nach Herrn Dr. Haſſe's *Entdeckungen im Felde der älteſten Erd- und Menſchengeſchichte*, Halle 1801, S. 185 f., ſpült die See nicht bloſs zugleich mit dem Bernſtein Splitter und Bruchſtücke von Holz, (*Sprok* genannt,) aus,

Man hat zwiſchen der Rinde einiger der in der Umbrarerde vergrabnen Stämme Stücke einer har-

die von ganz eigner Art und Natur ſind, ſondern zu *Palmnicken* im Sameländiſchen, wo Bernſteingräbereien im Umtriebe ſtehn, trifft man auch in der Erde in den Bernſteinadern Bäume an. — — „An dem Holze und den Bäumen," ſagt H. Haffe, „die in der Nähe des Bernſteins gefunden und ausgegraben werden, bemerkt man, ob ſie gleich „jetzt von ihrer Urbeſchaffenheit vieles verloren „haben mögen, viele wunderbare Eigenſchaften. „Das Holz läſst ſich brechen, nicht ſchneiden, wird „mit den Fingern leicht zerrieben und färbt; es „brennt bloſs in Verbindung mit einem andern „Feuer, und glimmt mehr, als daſs es brennt. „Es iſt äuſserſt fein und zart. Die ganzen Bäume „im Schachte ſind *gröſser als die Cedern*, und man „kann zur Zeit keine andern ſo groſsen Bäume in „der ganzen Natur aufweiſen, ſo daſs ſelbſt ein Arbeiter in den Gruben meinte, die Bäume müſsten „mit der Sündfluth hineingekommen ſeyn, ſonſt „wiſſe er es ſich nicht zu erklären. Ihr Holz hat *keine „Rinde, kein Mark, keine Aeſte, keine Wachsthums„ringe;* die Fibern laufen parallel, und ſind nicht „auf die gewöhnliche Art zuſammengefügt. In „ihrer Nähe findet man bisweilen noch *Früchte*, „die wie groſse Mandeln oder Nüſſe geſtaltet ſind, „und inwendig ein zellenförmiges Gewebe haben, „das aber nunmehr leer iſt. Buchnüſſe und Mandelſchalen ſind es nicht; was aber für Früchte, iſt „ſelbſt gründlichen Naturforſchern unbekannt." Herr Dr. Haffe meint, dieſe wunderbaren Bäume, denen der Bernſtein ehemahls zum Harze dien-

zigen, gelblichen, halb durchſichtigen Materie gefunden, die, auf glühende Kohlen geworfen, einen

te, hätten ihres Gleichen nicht in der ganzen Natur. Wahre Lebensbäume, ruft er aus, mit Ambroſia und Götterſpeiſe; und ſieht ſie als den Hauptbeweis ſeiner Meinung an, daſs das Paradies im Bernſteinlande, das iſt, im jetzigen Preuſsen, geſtanden haben müſſe. „Denn," meint er, „auch die „Beſchaffenheit des Bodens, wo dieſe Bäume ge„funden werden, zeige, daſs ſie an dem Orte ehe„mahls geſtanden haben und nur überſandet wor„den ſind. Denn in der Tiefe, wo ſie liegen, iſt „fruchtbare Erde und rinnen ſüſse Quellen, die „ehemahls die Oberfläche dieſes Landes getränkt „zu haben ſcheinen." Das Holz aus den Gräbereien, (das nach dieſen Beſchreibungen nichts anders als bituminöſes Holz zu ſeyn ſcheint,) wird ungebraucht auf die Halden geworfen. „Schade „um dieſen Verluſt," ſagt Hr. Dr Haſſe, „da dieſe „Bäume nicht viel weiter ins Land vorkommen, „(indem die Uferberge nach dem Lande zu abhän„gig ſind,) und alſo aufhören dürften. Man ſollte „einen ganzen Baum mit flüſſig gemachtem Bern„ſtein umgieſsen, und ſo der Nachwelt als unſterb„lich überliefern." Beſteht das Holz der köllniſchen Umbraerde, unſer bituminöſes Holz und das Holz, worin der preuſsiſche Bernſtein vorkömmt, wirklich aus Palmenarten, ſo iſt es ein intereſſantes Gegenſtück zu den foſſilen Zähnen Hörnern und Gerippen von Elephanten, Naſehörnern und oſtindiſchen Stieren, die ſich nicht in geringer Menge in unſern Gegenden in den aufgeſchwemmten Erdlagern, und noch weit häufiger im nördlich

genehmen Geruch giebt. Da ich mir davon nichts be verſchaffen können, ſo kann ich nicht ſagen,) es Bernſtein, oder Copal, oder eine ähnliche Ma- rie iſt. Die Arbeiter ſelbſt ſind ſehr dahinter her id verbrennen es als ein Räucherwerk. *)

Einer der älteſten Arbeiter, Nahmens Hein- ch Schmits, verſicherte mir, er habe vor un- fähr 15 Jahren, in einer Tiefe von 6 Fuſs, in der mbraerde ein Stück eines Hirſchgeweihes gefun- n, das ſehr erkennbar, aber dabei ſo weich war, ſs man es unter den Fingern zerreiben konnte. an hat ſo etwas ſeitdem nicht wieder gefunden. **)

ſten Äſien finden, wo eine der Lachowsinſeln im Eismeere, die 11 Meilen breit und 20 Meilen lang iſt, nach Billing's Reiſe faſt ganz aus ſolchen foſſilen Mammouthsknochen, Hörnern und Zähnen beſtehn ſoll. An zuſammengeſchwemmte Torf- moore möchte freilich dann kaum noch zu denken ſeyn. *d. H.*

*) Auch in unſern Braunkohlenlagern iſt der *Bernſtein* ziemlich häufig. Theils kömmt er von pulveru- lenter Conſiſtenz und von dem S. 444, Anmerk., beſchriebnen Anſehn, theils in dichten Maſſen mit glaſigem Bruche vor, und iſt leicht an dem Bern- ſteingeruche zu erkennen, den er auf Kohlen ver- breitet. In Preuſsen nimmt, nach Herrn Dr. Haſ- ſe's Verſicherung, der Bernſtein alle Jahr ab, und ſeit vielen Jahren überſteigt beim Bernſteingraben die Ausgabe bei weitem die Einnahme. *d. H.*

**) Bei uns finden ſich in dem *Langenbogner* Braun- kohlenlager häufig *Gypsknollen* von der Gröſse ei-

ner Nuſs und kleiner bis zu der einer Fauſt oder eines Kopfs, deren mehrere hohl und inwendig mit den ſchönſten octaedriſchen *Schwefelkryſtallen* beſetzt ſind. Das *Röllinger* Lager iſt voll *Schwefelkiesnieren*; und das *Beuchlitzer* enthielt ſonſt Gruppen groſser octaedriſcher Schwefelkieskryſtalle; auch hatten die bituminöſen Baumſtämme, die hier in Menge brachen, ſtatt der Rinde eine Schale von Schwefelkies. Aller dieſer Schwefelkies efflorescirt und zerfällt an der Luft in kurzer Zeit, indem er ſich ſehr bald in ſchwefelſaures Eiſen verwandelt. *Honigſtein* ſoll in unſern Lagern ſeltener als in dem bei Artern zu Hauſe ſeyn. Streifen von Erdharz verſichert wenigſtens Hr. Kriegsrath von Leyſer in unſern Braunkohlenlagern nicht bemerkt zu haben. *d. H.*

VII.

Chemiſche Zerlegung der köllniſchen Umbraerde,

von

BROGNIART,
Profeſſor der Chemie und der Gewerbe am naturhiſtoriſchen Muſeum zu Paris. *)

Meine Abſicht war, die von Faujas gelieferte Naturgeſchichte der ſogenannten Umbraerde durch Unterſuchung ihrer chemiſchen Natur zu vervollſtändigen.

1. *Aeuſsere Charaktere der Umbraerde.* Das Stück, welches ich von Faujas erhielt, wog 8 Unzen, und war eine Maſſe pulverulenter Theilchen von ſchwarzer und brauner Farbe. Die kleinſten Fragmente waren ſchwarz, die gröfsern Stückchen braun, und an dieſen lieſsen ſich noch Spuren ihres vegetabiliſchen Urſprungs ſehn. Der ſchwarze Staub färbte die Finger ſchwärzlich-braun, und auf dem Papiere zerdrückt, lieſs er einen braunen Strich, dem Biſter ähnlich, zurück.

Trocken hat die Erde gar keinen, genäſst, etwas weniges Geruch.

Die Verſchiedenheit unter den einzelnen Theilchen der Umbraerde brachte mich auf den Gedan-

*) *Annales du Muſeum d'Hiſtoire naturelle*, T. 2, No. 8, p. 110 — 119.

ken, dafs die Bruchſtückchen, aus denen ſie beſteht, nicht alle ganz dieſelbe Veränderung erlitten haben mögen. In der That hauchte der *ſchwarze* Staub, als ich ihn auf eine ſtark, doch nicht bis zum Glühen erhitzte Schüppe warf, einen unangenehmen Geruch aus, der groſse Aehnlichkeit mit dem Geruche des Torfs bei einer ähnlichen Behandlung hatte. Die *braunen* Theilchen dagegen, in denen gröſstentheils noch Holzfaſern zu erkennen waren, verbreiteten, wenn man ſie auf die heiſse Schüppe warf, einen faſt aromatiſchen Geruch, dem des Bernſteins ähnlich. *) Die Rückſtände waren nicht völlig verkohlt.

2. *Zerlegung der Umbraerde auf trocknem Wege.* Es wurden von der pulveriſirten Umbraerde 600 Gr. in eine gläſerne Retorte gethan, die ich mit dem nöthigen Apparate, um die flüchtigen Produkte der zerſtörenden Deſtillation aufzufangen, verband. *A.* Zuerſt ging eine klare, farbenloſe Flüſſigkeit über, die einen Geruch hatte. *B.* Dann eine zitrongelbe Flüſſigkeit, deren Farbe bei Verſtärkung des Feuers immer tiefer und zuletzt ſtark braun wurde. — *C.* Ferner ſtiegen Dämpfe von einem pikanten Geruche in die Vorlage. Anfangs waren

*) Dieſe Thatſache verdient eine nähere Prüfung. Iſt ſie gegründet, ſo würde ſie ein Argument für den Urſprung der Braunkohlenlager aus Holz, das damahls hier einheimiſch war, oder ſelbſt mit aus Torfmooren abgeben können. *d. H.*

e weifs, färbten fich aber allmählig gelb, dann raun, und hatten in diefem Zuftande einen fehr arken Geruch. Zugleich ging ein ftinkendes hwarzes, dickes Oehl über, doch nur in geringer lenge, und nun liefsen fich die Dämpfe durch Beihrung mit einem brennenden Körper entzünden nd brannten gleich Kohlen- und Schwefel-Waffer-offgas. D. Als die Hitze bis zum Rothglühen der etorte verftärkt wurde, kamen noch fehr entzündche Dämpfe, und dann war der Prozefs vollenet. Nach dem Erkalten der Retorte und des Ofens urde der Rückftand aus der Retorte genommen. r beftand aus 216 Gran einer leichten, glänzenden nd zerreiblichen *Kohle*. — Diefe Kohle wurde i einem Porcellantiegel zu *Afche* verbrannt, und ab 120 Gran eines fehr feinen röthlichen Staubes, er fich weich anfühlen liefs, leicht alkalinifch hmeckte, und binnen 16 bis 20 Stunden $\frac{1}{12}$ feines ewichts an Feuchtigkeit aus der Luft in fich gefoen hatte.*)

*) Herr Apotheker Heyer in Braunfchweig erhielt, als er von der *Röblinger Braunkohle*, deren fpec. Gewicht er auf 1,228 beftimmte, 2160 Gran der trocknen Deftillation unterwarf, 1020 Gran feften Rückftand, [alfo *verkohlte* oder fogenannte *abgefchwefelte Braunkohle*,] die nun ziemlich feft war, und in einem Tiegel zwifchen glühende Kohlen gefetzt, beinahe 1 Stunde mit heller Flamme brannte und dann noch an 4 Stunden glühte, ehe alles zu Afche wurde, und diefe wog nur 210 Gran.

3. *Zerlegung der Aſche.* Von der Aſche wurden 36 Gran in 96 Gran deſtillirten Waſſers zerrührt, und bis 30° R. erwärmt. Als ich dann nach einer halben Stunde filtrirte, erhielt ich eine Lauge von alkaliniſchem Geſchmacke, dem einer ſehr verdünnten Kalilauge ähnlich, welche den Malven-

(v. Crell's *Chem. Annalen*, 1797, B. 1, S. 395.) Hiernach zu urtheilen, würde alſo die Röblinger Braunkohle verhältniſsmäſsig weit reicher an Kohlenſtoff, und daher ein weit beſſeres Brennmaterial als die köllniſche ſeyn, vorausgeſetzt, daſs Herr Heyer die Deſtillation gleichfalls bis zum Ende, bei völligem Glühen der Retorte fortgeſetzt habe. Auch möchte es hiernach vortheilhaft ſeyn, die Röblinger Braunkohle in dazu errrichteten Oefen vollends zu verkohlen. Die flüchtigen Produkte, welche bei der Deſtillation übergingen, waren 840 Gran einer milchweiſsen bränſtlich riechenden und ſchmeckenden Flüſſigkeit und etwa 120 Gran eines bränſtlichen Oehls; Angaben, welche eben ſo ungenügend als die Brogniart's ſind, da gerade in dieſen flüchtigen Produkten das Charakteriſtiſche der chemiſchen Natur der Braunkohle liegen möchte, auch auf die dabei entweichenden Gasarten gar nicht geſehen iſt. Verkohlungsverſuche der Braunkohlen in Meilern, welche man hier im Kleinen verſucht hat, ſollen, nach Verſicherung des Hrn. Kriegsraths v. Leyſer, zwar, wenn ſie geglückt ſind, wirklich ein beſſeres Brennmaterial gegeben haben, gewöhnlich aber, wenn ſtärkerer Luftzug entſtand, verbrannten dabei die Braunkohlen gänzlich. *d. H.*

und Veilchenſaft grünte und mit Eſſigſäure leicht aufbrauſte. Bis zur Trockniſs abgeraucht, gab ſie einen Rückſtand von ungefähr 1 Gran, der an der Luft zerfloſs, mit Säuren brauſte, und daher nichts anders als *halb kohlenſaures Kali* ſeyn konnte.

Auf den Rückſtand beim Filtriren goſs ich Salzſäure. Ob ſie gleich mit der Hälfte Waſſer verdünnt war, ſo erfolgte doch ein ziemlich lebhaftes Aufbrauſen. Nachdem ſich alles geſetzt hatte, war die Flüſſigkeit farbenlos. Sie wurde filtrirt und das Filtrum in der Wärme gehörig ausgeſüſst, dann getrocknet und gewogen. Es enthielt ungefähr 1'2 Gran einer weiſsen, ſtaubartigen, harten Materie, die zwiſchen den Zähnen knirſchte; wahre *Kieſelerde*.

Die Lauge, die durch das Filtrum gegangen war, wurde vermittelſt liquiden kohlenſauren Kali's zerſetzt, und gab dem Anſcheine nach eine groſse Menge eines flockigen Niederſchlags, der aber doch nach dem Filtriren und Trocknen nur 16 Gran wog. Er beſtand aus *kohlenſaurem Kalk*, dem eine ſehr geringe Menge *Thonerde* beigemiſcht war. Bei der Verhältniſs konnte ich nicht beſtimmen. *)

*) Nach Herrn Heyer's nicht recht genügender Unterſuchung der 210 Gran Aſche aus der Röblinger Braunkohle ſollen dieſe enthalten haben: 2½ Gr. Glauberſalz und Kochſalz, 48 Gran Gyps, 28 Gran eiſenſchüſſige Thonerde, 72 Gran gelblichen Sand und noch etwas Kohle. *a. H.*

4. Verhalten der Umbraerde gegen die Reagentien. 288 Gran gehörig getrockneter Umbraerde, die durch ein feidnes Sieb gegangen waren, wurden mit dem 16fachen Gewichte deſtillirten Waſſers übergoſſen und dieſes nach 16 Stunden abfiltrirt. Die Lauge war von ſchöner Goldfarbe. Eine zweite Infuſion, die unter 60° R. Wärme erhalten wurde, gab eine ſchwach gelbliche Lauge. Bei einer dritten Infuſion im Filtro mit kochendem Waſſer nahm das Waſſer weder Farbe noch Geſchmack an, ſtatt daſs die beiden erſten Laugen unangenehm erdig ſchmeckten. Die Laugen wurden zuſammengegoſſen und evaporirt. Dabei verlor ſich der Erdgeſchmack und blieb bloſs ein brauner Fleck zurück, der höchſtens 3 Gran wiegen konnte, und mit warmen Waſſer aufs neue infundirt, wieder eine goldgelbe Lauge, und einen Rückſtand gab, der aus ſehr fein zertheilter Kohle beſtand, welche mit den Infuſionen durch das Filtrum gegangen war.

Alle dieſe Infuſionen hatten einen ſchwachen erdigen und alkaliniſchen Geſchmack, grünten die Malventinktur ein wenig und waren faſt ohne Geruch. Blauſaures Eiſen wirkte weder auf die Infuſionen noch auf die Rückſtände. Salpeterſaures Silber gab einen leichten flockigen, und ſalpeterſaurer Baryt einen kaum ſichtbaren Niederſchlag.

Daraus folgt, daſs die Umbraerde ein Gemenge von ſehr fein vertheilter Kieſelerde, Thonerde und Kalkerde enthält, die durch Kohle gefärbt iſt, welche

he nach Verſchiedenheit der Farbe mehr oder we-
iger vollſtändig verkohlt iſt. *)

5. *Vergleichende Zerlegung von faulem Holze.*
ch nahm von einem gefaulten eichnen Balken, aus
inem alten niedergeriſsnen Gebäude, 4 Unzen
aubigen faulen Holzes, das von einem ſehr dunkeln
raungelb war. Als dieſer Staub auf einem Ofen
etrocknet wurde, verlor er $\frac{1}{6}$ an Gewicht, und
hmeckte erdig und unangenehm. In der trock-
en Deſtillation gab dieſes faule Holz Waſſer, das an-
ngs hell und farbenlos war, dann aber ſich immer
ärker färbte, ferner brenzliche Eſſigſäure oder ſo-
enannte Holzſäure, Kohlen-Waſſerſtoffgas, einige
ropfen eines ſchwarzen ſehr ſtinkenden Oehls,

*) Eine genügende und völlig belehrende Analyſe der kölniſchen Umbraerde müſste zum wenigſten den Antheil derſelben an Kohlenſtoff, und an Waſſerſtoff, als den verbrennlichen Theilen derſelben, und wo möglich die Geſtalt, in welcher beide als unmittelbare Beſtandtheile in ihr vorkommen, auch ob ſie Schwefel enthält, ob ſie bei der trocknen Deſtillation Ammoniak oder Eſſigſäure giebt, und ob und in wie weit ſie durch Einwirkung der mächtig oxygenirenden Säuren, beſonders der Salpeterſäure, in eine Pflanzenſäure zu verwandeln ſey, beſtimmen; lauter Fragen, die durch Brogniart's Zerlegung unbeantwortet bleiben. Aus dieſem Grunde ſcheint mir auch die folgende vergleichende Zerlegung des faulen Holzes nur von wenig Werth zu ſeyn. d. H.

und einen nur geringen pulverulenten, kohlenartigen Rückſtand, der nach der Einäſcherung etwas Kali, Kieſelerde, Thonerde, Kalkerde und ein Atom Eiſen zu enthalten ſchien. — Deſtillirtes Waſſer zog aus dieſem faulen Holze eine unangenehm riechende und ſchmeckende Tinktur von Ambrafarbe aus, die, durch Reagentien geprüft, Atome von Kieſelerde, von Kalkerde, von Thonerde und von Eiſen zu enthalten ſchien.

Ein Sarg, der, nach der Aufſchrift, im Jahre 990 gemacht war, und den Leichnam eines Abts von St. Germain-des-Prés enthielt, gab die zweite Maſſe gefaulten Holzes her, die ich unterſucht habe. Er ſtand in einem ſteinernen Sarkophag, der im Felſen ausgehöhlt war, und worauf der ſteinerne Deckel genau ſchloſs, und war am 7ten Prairial J. 7 vom B. Lenoir, Adminiſtrator und Conſervator des Muſeums der Monumente, geöffnet und herausgenommen worden. Das Holz war leicht, ſchwammig, von brauner Farbe, ohne Geſchmack und Geruch, und man erkannte darin noch Spuren von Faſern und der Verlängerungen des Marks. Dieſes völlig gefaulte Holz gab in der Analyſe und bei der Behandlung mit Waſſer und Reagentien dieſelben Producte als das vorige ſeit viel kürzerer Zeit in Fäulniſs übergegangene. Der Geruch bei der zerſtörenden Deſtillation war ſtärker, und hatte etwas ähnliches mit dem Geruche thieriſcher Theile, die durch trockne Deſtillation zerſetzt werden

Die eingeäſcherte Kohle gab eine weiſsliche ſehr wenig alkaliniſche Aſche.

Beim Einreiſsen einer hölzernen, vor etwa 4 Jahren erbauten Brücke fand ich zufälliger Weiſe viel weiſses faules Holz, das im Dunkeln leuchtete. Wie die vorigen unterſucht, gab es dieſelben Reſultate, nur mit mindrer Energie.

6. *Urſprung der braunen kölniſchen Erde.* Faujas glaubt, daſs dieſer ungeheure Haufe farbiger Erde von verſchüttetem und zuſammengeſchwemmtem Holze ſeinen Urſprung habe. Darin ſtimme ich ihm völlig bei; und kann zu ſeinen Gründen noch die vergleichende Zerlegung derſelben und des faulen Holzes hinzufügen.

Die Pflanzen werden nicht bloſs durch den Wärmeſtoff, ſondern auch durch die Einwirkung andrer Stoffe zerſetzt, die ſelbſt mehr oder minder zerſetzbar ſind, und deren enthundne Grundſtoffe kräftiger und auf beſtimmte Art auf ſie wirken können. An offner Luft verbrannt, laſſen ſie höchſtens $\frac{1}{30}$ (?) Aſche an Rückſtand, von welchem Waſſer alle Salze trennt, da dann höchſtens $\frac{1}{1000}$ an Erden zurück bleibt. Ohne Zutritt der Luft verkohlt die Wärme die Pflanzen. Daſſelbe geſchieht, doch minder vollſtändig, durch die Einwirkung des Waſſers, welches ſich dabei ſelbſt zerſetzt. In dieſem Falle behält es noch öhlige Theile zurück, bleibt farbig, und iſt überhaupt dieſelbe Subſtanz, welche in der Zerſet-

zung des Holzes durch Feuer das *Biſter* giebt. *) — Die weiſse Farbe des meiſten faulen Holzes iſt dem fortdauernden Auswaſchen zuzuſchreiben, durch das alles, was im Waſſer auflösbar und was farbig (?) iſt, mit fortgenommen wird.

*) *Biſter* iſt bekanntlich Glanzruſs, den man durch Kochen in Waſſer aller Salze beraubt hat und ſorgfältig trocken erhält. *d. H.*

VIII.

Ueber den pyrituöſen Torf, (tourbe pyritueuſe,) des Aisne-Departements und deſſen Formation.

von

J. L. M. Poiret,

Profeſſor der Naturgeſchichte an der Centralſchule des Aisne-Departements. *)

1. *Vorkommen des pyrituöſen Torfs.* Dieſer Torf, eins der intereſſanteſten Producte des Aisne-Departements, wird dort gewöhnlich *ſchwarze Aſche*, (*cendres noires*,) genannt. Er iſt eine ſchwarze, erdige, mehr oder minder compacte, von Eiſen und Schwefel durchdrungne Subſtanz, die ſich an der Luft von ſelbſt entzündet, und beim Verbrennen viel ſchwefelſaures Eiſen bildet. Er kömmt in regelmäſsigen, horizontalen Lagen von verſchiedner Stärke und in verſchiednen Tiefen vor, oft abwechſelnd mit Mergel oder Letten, die auch das Dach deſſelben ausmachen. Aus den unterſten La-

*) Ausgezogen aus drei dem National-Inſtitute vorgelegten, und im *Journal de Phyſique*, T. 8, p. 292, T. 10, p. 1, und T. 12, (55,) p. 189, abgedruckten Abhandlungen, welche mir in mehr als Einer Hinſicht merkwürdig zu ſeyn ſcheinen. *d. H.*

gen dringt eine Menge Waſſer, das ohne Geſchmack iſt und die Arbeiter hindert. Beim Stechen iſt der Torf ſelbſt ſehr naſs, und zuweilen fett anzufühlen.

Dieſer Torf findet ſich in einem Diſtrikte von ungefähr 64 Quadratmyriamètres, [115 geograph. Quadratmeilen.] An ſehr vielen Stellen unterbrechen ihn ſandige Hügel, Kalkberge, groſse Moräſte und mehrere Flüſſe, wie z. B. die Aisne, Somme, Oiſe und andre. Unter andern gehören die Gegenden um Beaurieux, Bourq, Urcelle, Liez, la Fere, Soiſſons, St. Quentin, Chateau-Thierry und Beauvais zu denen, wo er ſich in gröſsten Menge findet. Der Boden, auf dem er ſteht, iſt überhaupt moraſtig und ſchlammig, und beſteht an einigen Orten aus Mergel, an andern aus Letten oder Sand.

2. *Fremdartige Körper in dieſem Torfe.* In den Torfgruben unweit Soiſſon, am Wege nach Chateau-Thierry, fand ich zwiſchen den untern und obern Torflagern eine $\frac{1}{10}$ Mètre, (3,8 par. Zoll,) dicke Lage eines weichen, grauen, ſchlammigen Mergels, (*marne limoneuſe,*) der hier und da in ocherartigen Tuff überging und voll Stückchen von Flufsmuſcheln war, unter denen ich auch einige ganze wohlerhaltne Muſcheln fand, die alle zu den in unſern Seen und Flüſſen einheimiſchen Arten gehören, z. B. *Helix cornea, paluſtris* und *vivipara L.*; ein zur Kenntniſs des Zuſtandes der Erde, als

das Meer unſre Gegenden zuletzt überſchwemmte, nicht unwichtiger Umſtand. *)

Die Lager des pyrituöſen Torfs, welche unmittelbar über dieſen Muſcheln ſtehn, wechſeln ab mit Lagen von Letten und Mergel von verſchiedner Art und ſehr verſchiedner Farbe; doch ſind Grau und Blau die häufigſten. Manchmahl findet man, beſonders in den oberſten Lagen, ſtatt des Torfs ganze Lager

*) Unter *ſchlammigem Mergel*, (*limon marneux*) verſtehe ich hier regelmäſsige Lager, die durch Moraſtwaſſer abgeſetzt, und noch weich wie Schlamm ſind, aus mehrern Erdarten, beſonders aus Kalkerde und Thon, mit etwas beigemengtem Sand und Dammerde beſtehn, und die zuweilen Schalen von Fluſsmuſcheln und andre Körper enthalten, welche zum Beweiſe des angegebenen Urſprungs dienen. Iſt dieſer Schlamm bis auf einen gewiſſen Grad erhärtet, ſo daſs er die Conſiſtenz eines leicht zu zerbrechenden Steins hat, ſo betrachte ich ihn als einen *Tuff*, und zwar als *Mergel-Schlamm-Tuff*. (*tuf marneux limoneux*) um den allgemeinen Namen, der den Uebergang einer Erde in Stein, und zwar in den Zuſtand eines noch leicht zerbrechlichen Steins bezeichnet, näher zu beſtimmen. Viele dieſer Mergel-Schlamm-Lager enthalten *Fluſsmuſcheln* in groſser Menge, worunter es jedoch nur höchſt wenige Ganze giebt; einige dieſer muſchelhaltigen Mergellager ſind noch von der Schlammconſiſtenz, andre zu Tuff erhärtet, und noch andre bilden, wie z. B. bei Beaurieux, einen ſehr harten pyrituöſen Stein, worin die Muſcheln verkieſt ſind, und ſich im Zuſtande ſehr glänzender mit ſilberweiſsen Punkten durchſtreuter Schwefelkieſe befinden. *P.*

ſehr leichter und blättriger *foſſiler Kohlen*, die den Bränden auf unſern Feuerherden ſo ähnlich ſind, daſs man ſie dafür nehmen könnte. Doch geben ſie beim Verbrennen einen leichten ſchwefligen Geruch, und ſind zuweilen pyrituös.

Nicht minder intereſſant iſt das *aufgeſchwemmte Erdreich* über den Torflagern. Es beſteht in der Regel aus Mergel, Sand, Thon, Dammerde, und dieſe Lagen ſind voll *Meermuſcheln*, welche in ihnen theils iſolirt liegen, theils in Gruppen oder in ganzen regelmäſsigen Bänken von Auſtern, Schraubenmuſcheln, Ceriten, Bucciniten, Venusmuſcheln, Neriten und ſo weiter, meiſt calcinirt und in Stücken zerbrochen vorkommen. Auch finden ſich dieſe Muſcheln, doch in weit geringerer Menge, und öfters verkieſt und in einen mergelartigen Tuff vereinigt, in den oberſten Torflagern ſelbſt; nie aber in den untern oder unter dem Torfe. *)

*) Die Erdlager über dem Torfe ſind nicht an allen Orten dieſelben und in einerlei Folge. Ueber dem pyrituöſen Torfe, der $\frac{1}{4}$ Lieue von *Soiſſons*, am Wege nach Chateau-Thierry, in einem etwas moraſtigen Boden gegraben wird, und nur wenig höher als die Aisne, $\frac{1}{4}$ Lieues von den Muſchelkalkgebirgen entfernt liegt, welche die Ebene, in der Soiſſons gebaut iſt, umgeben, — beſteht die *erſte* Lage unmittelbar über dem Torfe aus einem bläulichen Sande, der mit etwas Thon, Kalkerde und wenigen Meermuſcheln vermengt iſt; die *zweite* aus einem leichten, ſandigen, gelblichen Thone, der dieſelben Muſcheln als die erſte Lage, doch in viel gröſserer Menge

Nächſtdem ſind folgende die merkwürdigſten Körper, die man in dem Torfe oder in den Mergellagern, im Innern des Torfes findet: *Foſſiles Holz;* ganze Baumſtämme ohne Rinde mit ihren erſten Zweigen, horizontal liegend; in einigen iſt das Holz noch in ſeinem natürlichen Zuſtande, in andern äuſserlich ſchwarz, oder zum Theil verkohlt, mitunter an der Stelle der Knoten verkieſt, (*pyriteux.*) — *Verſteinertes Holz* verſchiedner Art, einiges blättrig, andres compact, kieſelartig, grau oder ſchwarz, manchmahl in den Höhlungen mit kleinen Quarzkryſtallen beſetzt. Ich beſitze ein Stück, welches im Innern kieſelartig, und äuſserlich an der einen Seite verkieſt, an der andern verkohlt iſt. — *Bündel ſteifer*, wie es ſcheint, *holziger Faſern*, die der Länge nach neben einander liegen, ſchwarz, ſehr brüchig, ein wenig gewunden,

enthält, (es ſind faſt lauter kleine Venusmuſcheln, die ſich beinahe im Zuſtande eines Falun befinden, und die man hier und da zerſtreut in verſchiednen Lagen ſieht, auch findet man einige Ceriten und Auſtern.) Die *dritte* Lage iſt ein mehr compacter und viel fetterer Thon, voll flacher groſser Auſterſchalen; die *vierte* Lage endlich Dammerde, von nur geringer Mächtigkeit. Die untere oder concavere Schale dieſer Auſtern beſteht aus gerieften Schuppen, (*écailles imbriquées.*) deren abwechſelnde Erhabenheiten und Vertiefungen wie Canäle bilden, und man ſieht in der Mitte derſelben einen einzigen breiten Muskulareindruck in Geſtalt eines Ohrs. P.

und von der Dicke des gewöhnlichen Meſſingdrahts ſind. Keine Säure greift ſie an, und ſie verbrennen im Feuer nur langſam. Ich wage es nicht, ihren Urſprung anzugeben, mit Wurzelzaſern oder Holzfibern ſcheinen ſie mir die meiſte Aehnlichkeit zu haben. — *Schwefelkieſe* in groſser Menge, von ſehr verſchiedner Geſtalt und Farbe: lange, platte, abgerundete und nierenförmige, glänzende mit Taubenhalsfarben, von Tombakfarbe, oder voll ſilberweiſser Pünktchen. — *Bernſtein* in kleinen, von auſsen ſchwärzlichen, von Innen aber gelben und durchſichtigen oder dunkelbraunen Stücken. — *Stückchen von Thierknochen* habe ich nicht ſelbſt, hat aber Foreſtier, Arzt in St. Quentin, in dieſem Torfe gefunden. — Groſse Maſſen ſchwarzer abgerundeter *Sandſteine*, (*grès*,) in Geſtalt von Brödten, die oft inwendig hohl und mit ſchönen dunkelſchwarzen Quarzkryſtallen beſetzt ſind, und ähnliche kalkartige Geſchiebe, in deren Innerm man die Kryſtalle oft nur in der Sonne gewahr wird. — *Ocher* von verſchiednen Farben, gelb, braun, röthlich, und *Alaunerde*, beſonders im Torf um Beaurieux, aus welchem ſich wirklich Alaun gewinnen läſst. Auf den oberſten Torflagen haben einige Alaun, und Sage *Glauberſalz* efflorescirt gefunden, letzterer fand auch in einigen unſrer Torfgründe etwas *Kupfer* und *Zink*. — Endlich ſtreifige und blättrige *Gypskryſtalle* von mäſsiger Gröſse. Dieſe kommen jedoch nicht im Torfe, ſondern nur in den Mergellagern, die zwiſchen dem Torfe

liegen, und ſelbſt in ihnen nur dann vor, wenn ſie mit der freien Luft in Berührung geſtanden haben. Dieſer Mergel iſt ſchwärzlich, von Schwefelkies durchdrungen und etwas feucht. Wird er herausgegraben und in Haufen geſchüttet, ſo findet man ihn ſchon nach wenigen Tagen mit kleinen Gypskryſtallen ganz bedeckt, dieſe nehmen täglich und faſt ſichtlich an Menge und Gröſse zu, und endlich findet man faſt den ganzen Haufen in Gypskryſtalle verwandelt, ſo daſs nach Jahresfriſt der Mergel, der zuvor nicht einen Kryſtall enthielt, nichts als eine Maſſe glänzender, durch das Eiſen etwas geſchwärzter Kryſtalle zu ſeyn ſcheint. Einzeln ſind es ſchiefe 6- oder 10ſeitige Prismen, zuſammengedrückt, blättrig, und an den Enden abgeſtumpft, oder mit einer rhomboidaliſchen abgeſtumpften Pyramide, (auch wohl mit zweien, die ihre Grundflächen einander zukehren,) verſehn. Dieſe vereinigen ſich häufig zu verſchieden geſtalteten Gruppen, deren einige groſse geſtreifte Kryſtalle von derſelben Form wie die einzelnen, andre halb offne Fächer, Sterne oder unregelmäſsige Kryſtallkugeln bilden. Die meiſten und ſchönſten dieſer Kryſtalle habe ich bei Beaurieux gefunden, wo ſie 1 bis 6 oder 8 Centimètres lang und 2 bis 3 Centimètres dick vorkommen.

3. *Lagerung des pyrituöſen Torfs bei Beaurieux.* Im Jahre 1774 lieſs der B. Belly-Büffy in der Torfſtecherei von *Bourq* am Ufer der Aisne einen Verſuchsſchacht, (*foſſe*,) ungefähr 63 Fuſs tief ab-

teufen, nach Art, wie man bei Valenciennes mit den Steinkohlenſchächten verfährt. Hierbei fand ſich die Folge der Schichten folgendermaſsen:

1.	Dammerde, mächtig	9 par. Fuſs
2.	Bläulicher Letten	3
3.	Pyrituöſer Torf	1,8
4.	Schieferart. Thon, (*terre glaiſe ardoiſée*)	1,8
5.	Pyrituöſer Torf	1,8
6.	Letten (*terre glaiſe*)	1,5
7.	Grauer Sand mit pyrituöſen Muſcheln	2,4
8.	Pyrituöſer Torf	1
9.	Blauer Letten	2,4
10.	Pyrituöſer Torf	0,5
11.	Letten von verſchiednen Farben, grau, blau, weiſs, und weiſs gefleckt mit Schwefelkieſen	15
12.	Weiſser Sand	21

Als die Arbeiter in dieſen Sand etwa 15 Fuſs tief hinabgekommen waren, hofften ſie durch Bohren die Steinkohlen erſchroten zu können, die, wie ſie glaubten, unter dem Torfe liegen müſsten. Sie hatten aber kaum 6 Fuſs tief gebohrt, ſo drang mit unglaublicher Heftigkeit Waſſer hervor, das Stückchen von *Moortorf*, (*tourbe des marais*,) mit ſich führte, und der Bohrer ſank ungefähr 21 Fuſs tief ein. Ungeachtet 4 Pumpen, (*corps de pompe*,) jede 0,9 par. Fuſs weit, die von 24 Pferden ſehr ſchnell bewegt wurden, in beſtändiger Arbeit waren, ſo füllte doch das zudringende Waſſer den Schacht in ſehr kurzer Zeit, (*en un inſtant*;) und da der Sand die Pumpen verſetzte, ſo muſste der Schacht verlaſſen werden.

Dieſelben Lager, als im Thale von Bourq, hat
er B. Belly-Büffy auch im *Berge von Beaurieux*
efunden. In einigen Lagen des pyrituöſen Torfs
ahm er Blätter, kohlenähnliche Theile, und Stücke
türlichen verſteinerten Holzes wahr. Auf dem
erge von Cuiſſy ſind die Torflager, beſonders die
bern, nur mittelmäſsig. Die zwiſchen ihnen lie-
enden Lettenſchichten erzeugen an der Luft eine
roſse Menge Gypskryſtalle. Je weiter man mit
er Torfgräberei in den Berg hinein kömmt, deſto
ächtiger und kohlenartiger, (*charbonneuſes*,) wer-
en die Lager, und kommen genau in derſelben
rdnung als die bei Bourq vor.

In der Folge, wie dieſe Lager unter einander lie-
n, iſt zweierlei beſonders merkwürdig: *erſtens*,
ſs tief unter dem pyrituöſen Torfe ein *torfhalti-
r Moraſt* ſteht, der folglich von früherer Forma-
on ſeyn muſs; und *zweitens*, daſs man unter den
ern Lagern des pyrituöſen Torfs eine Schicht
auen Sandes mit *pyrituöſen Muſcheln* findet. Die
Muſcheln ſind ſo zerbröckelt und entſtellt, daſs
h bis jetzt noch nicht habe beſtimmen können, ob
Fluſs- oder Meermuſcheln ſind; ſie ſcheinen mir
deſs gröſstentheils zweiſchalig zu ſeyn, und zu
n Geſchlechtern *Tellina*, *Mytilus* und *Mya* zu ge-
ren, welche unſre Flüſſe und Seen bewohnen. *)

*) Auch in Monnet's *Deſcription mineral. de la France* finden ſich p. 80 *Fluſsmuſcheln* erwähnt, die wenige Zoll unter einer 7 bis 8 Zoll dicken Lage *de terre végétale pyritiſée*, welche neben dem Stadt-

Drittens verdient noch bemerkt zu werden, daſs an erhabnen und bergigen Oertern der pyrituöſe Torf ſeinen Charakter verändert, und ſich in einem kohlenähnlichen Zuſtande befindet, oder vielmehr eine wahre *foſſile* und *pyrituöſe Kohle* iſt, während er in tiefen Gründen ſich mehr dem Schlammtorfe nähert. *)

4. *Vermuthungen über die Entſtehung des pyrituöſen Torfs, und über den damahligen Zuſtand der Erde und die Revolutionen, welche ſie ſeitdem erlitten hat.* Die fremdartigen Körper, welche ſich im pyrituöſen Torfe finden, die Elemente, aus denen er ſelbſt beſteht, die Ordnung ſeiner Schichten, der Moraſtgrund, auf dem er ſteht, die Fluſsmuſcheln in den untern Lagern und die Meermuſcheln, welche ſich über den oberſten finden, ſind eben ſo

graben von *Soiſſons* 10 bis 12 Fuſs tief unter Tage anſteht, und mithin unter einer Schicht Auſtern liegen, die ſich dort faſt an der Oberfläche des Erdreichs befindet. Daſs übrigens die verkieſten Muſcheln bei Beaurieux wirklich Fluſsmuſcheln ſind, ſcheint mir auſser Streit zu ſeyn, obſchon ich noch keine ganze Muſchel von dorther geſehn habe. Die Stückchen ſind völlig dieſelben als aus dem Torfe bei Soiſſons, und das Lager, worin ſie an beiden Orten vorkommen, liegt zwiſchen zwei Torflagern und iſt faſt von gleicher Mächtigkeit. P.

*) Dieſe Stelle ſcheint mir dafür zu ſprechen, daſs der ſogenannte pyrituöſe Torf vielleicht einerlei Foſſil mit unſrer *Braunkohle* iſt, und daſs dieſe in der ehemahligen Picardie noch in gröſse-

viele Data, aus denen sich auf die Art, wie diese Torflager entstanden seyn mögen, und auf den vorhergehenden Zustand des Erdbodens und die spätern Revolutionen desselben schliefsen läfst.

Die Flufsmufcheln, welche sich lagenweise in einem schlammartigen Mergel ein wenig über dem unterften Torflager, aber ziemlich tief *unter* Meermufcheln finden, können sich so nicht anders, als auf dem Boden eines Sees oder Moraftes von füfsem Waffer, vereinigt haben, welcher vor der letzten Zurückkunft der Meereswaffer über diese Gegenden hier schon mufs vorhanden gewesen seyn. Alles übrige ftimmt vollkommen mit dieser Idee zufammen, z. B. der Moortorf, den man in einer Tiefe von mehr als 63 Fufs, tief unter dem pyrituöfen Torfe bei Bourq gefunden hat. Und diefes

rer Ausdehnung als in unfern Gegenden und im Köllnifchen, und unter befonders merkwürdigen Umftänden vorkömmt. Auch bei uns haben die am tiefften ftehenden Braunkohlen, die mehrentheils vorzüglich rein und unter Waffer find, ein von den höher liegenden verfchiednes Anfehn, und find daher von einigen für fogenannte *Moorkohlen* erklärt worden; auch bei uns pflegen die Lager, wo fie tiefer in die Anhöhen einfetzen, mächtiger zu werden, und auch viele unfrer Braunkohlenlager find voll Schwefelkiefe. Fänden fich in ihnen Lettenlager mit Flufsmufcheln, fo wäre die Identität unverkennbar; ob diefes indefs der Fall fey oder nicht, darüber habe ich keine zuverläffige Auskunft. *d. H.*

giebt uns die Geſchichte der ſchwarzen, erdigen, brennbaren Subſtanz an die Hand, die man nicht mit Unrecht *pyrituöſen Torf* genannt hat.

Statt die Bildung derſelben von *Treibholz* abzuleiten, das an einigen Stellen durch Ströme angehäuft ſey, ſcheint es mir viel natürlicher zu ſeyn, ſich vorzuſtellen, dieſer Torf ſey durch allmählige Zerſtörung der Pflanzen, die in groſser Menge in den Sümpfen wachſen, entſtanden, und zwar aus Pflanzen, die an der Stelle ſelbſt, wo ſich dieſer Torf noch jetzt findet, vegetirten. Dieſe Meinung gewinnt noch mehr an Wahrſcheinlichkeit dadurch, daſs unſer pyrituöſer Torf ſich dem ſogenannten *Schlammtorfe* gar ſehr nähert. Er iſt, wie dieſer, ſchwarz, ſehr compact, ſehr inflammabel, zum Theil im Boden der Seen und Moräſte durch die Zerſetzung der Pflanzen entſtanden, von einer Eiſenauflöſung durchdrungen, (?) und enthält noch einige Spuren von Vegetabilien. Ohne die Gegenwart des Schwefels, der ihn pyrituös macht, würde er ſich faſt in nichts von dem Schlammtorfe unterſcheiden, den man aus einigen Moräſten ſticht.

Hiernach iſt es nun leicht, das Entſtehn der mit den Torflagern abwechſelnden Schichten von ſchlammigem Mergel, (*marne limoneuſe*,) zu erklären. Sie rühren unſtreitig von Flüſſen oder Strömungen her, die ſich von den erhabnern Stellen herab in den Moraſt geſtürzt und den Thon und die Kreide, die ſie aus ihrem Bette mit fortſpülten, hier abgeſetzt haben.

Die

Die Baumſtämme, das foſſile oder verſteinerte Holz und die Kohlen, die ſich in den Torflagern, letztere beſonders an hoch liegenden Stellen, finden, ſind wahrſcheinlich Ueberbleibſel von Wäldern dieſer Gegenden. Denn bekanntlich ſind faſt alle unbewohnten Wildniſſe mit Wäldern und Moräſten bedeckt. Ihre Blätter vermehren jährlich die Dammerde; die abgeſtorbnen Stämme fallen um, und ſo bilden ſich mit Beihülfe der Moraſtpflanzen nach Jahrhunderten mächtige Lager zerſetzten Holzes, von welchem einiges zu Dammerde wird, andres zu kohlenartigem oder ſchlammigem Torfe, (oder, wenn Schwefeltheile aus zerſetzten thieriſchen oder vegetabiliſchen Theilen, oder durch Waſſer zugeſchwemmt werden, zu pyrituöſem Torfe,) und noch andres, das ſich mit Erdpech aus zerſetzten thieriſchen und Pflanzenſtoffen durchzieht, zu Steinkohle. Findet ſich foſſiles Holz noch im Holzzuſtande, ſo iſt dieſes wohl gleich beim Umfallen mit Erde und Sand umgeben und dadurch gegen die zerſtörenden Kräfte geſchützt worden. Anderes hat ſich verſteinert.

Aus dieſen Gründen glaube ich die Bildung der verſchiednen Arten des *ſchlammigen*, des *pyrituöſen* und des *bituminöſen Torfs*, (welcher letztere die Steinkohlen ausmacht,) in eine und dieſelbe Epoche verſetzen und einerlei Urſachen zuſchreiben zu müſſen. Der *faſerige Torf*, (*tourbe fibreuſe*,) den man auf der Oberfläche der Erde gewöhnlich findet, iſt höchſt wahrſcheinlich der erſte Zuſtand

aller jener Torfarten, die man in gröſserer oder geringerer Tiefe findet. Dieſer faſerige Torf verwandelt ſich durch fernere Zerſetzung und durch Annäherung ſeiner Theilchen unmerklich in *ſchlammigen Torf*, der dichter, erdiger und mehr oder weniger eiſenhaltig iſt. Iſt er mit Schwefel durchzogen, ſo wird er *pyrituös*; *bituminös* dagegen, wenn die öhligen Theile der zerſetzten Pflanzen nicht durch beſondere Urſachen fortgeführt werden, und ſich mit der Schwefelſäure haben vereinigen können. Zwar findet man bei den Steinkohlen Spuren von Meerthieren und von exotiſchen Fiſchen, Muſcheln und Pflanzen; dieſe kommen aber insgeſammt nur in dem *Dache* oder höchſtens in den oberſten Lagen der Steinkohlen vor, und noch nie hat man ſie in den untern Lagen gefunden. *)

*) Was Poiret hier und in der Folge *Schlammtorf* nennt, ſtimmt, wie man ſieht, mit des Herrn von Beroldingen *Pechtorf* überein. Daſs die Wurzeln und Stengel von Kräutern oder Waſſerpflanzen, die den gewöhnlichen faſerigen Torf bilden, noch weiter zerſetzbar ſind, bis ſie endlich alle organiſche Form verlieren und in eine Maſſe von erdartiger Conſiſtenz zerfallen, daran läſst ſich auf keine Art zweifeln. Iſt das aber der Fall, ſo dürfte es doch immer noch die Frage ſeyn, ob wir berechtigt ſind, die Benennung: Torf, bloſs auf den noch faſerigen einzuſchränken, und, wie es gewöhnlich geſchieht, das Vorhandenſeyn noch kenntlicher Pflanzenfaſern für ein charakteriſtiſches Kennzeichen des Torfs auszugeben. Wenigſtens

Dieſe Vorſtellung, welche ſich auf Thatſachen gründet, die noch täglich unter unſern Augen vorgehn, da der Torf ſich im Grunde der Moräſte immerfort bildet, ſcheint mir den Urſprung der ausgebreiteten Lager pyrituöſen und bituminöſen Torfs, deren viele 30 bis 50 Fuſs und mehr mächtig ſind, weit genügender zu erklären, als daſs beſondere und locale Revolutionen oder Meeresſtröme eine ungeheure Menge von Holz hätten *zuſammenſchwemmen* können, als ſich in jenen Formen durch viele Länder zerſtreut findet. Iſt es nicht viel natürlicher, ſich dieſe Lager als allmählig an Ort und Stelle ſelbſt entſtanden zu denken? und giebt uns nicht den beſten Beweis jener Meinung das

darf man dann auch nicht behaupten, daſs bituminöſes Holz und bituminöſe Holzerde Foſſile von einerlei Art ſind, und daſs beide aus dem Grunde zum Geſchlechte der Steinkohlen gehören, weil man Stämme gefunden habe, die an einer Seite bituminöſes Holz, an der andern wahre Pechkohle oder Gagath waren. Sonſt müſsten wir allerdings auch ein bloſs erdartiges Foſſil, von dem ſich darthun läſst, daſs es zerfallner Torf ſey, zum *Torfe* und zu keinem Mineral rechnen. Ob aber Poiret's Gründe ausreichen, den Urſprung des ſogenannten pyrituöſen Torfs aus gewöhnlichem faſerigen Torfe auſser allen Streit zu ſetzen, muſs ich dem Leſer zu entſcheiden überlaſſen. Was er von den Steinkohlen als bituminöſem Schlammtorfe ſagt, iſt auf jeden Fall ſehr oberflächlich und ungenügend. *d. H.*

ſchnelle Anwachſen des Torfs in unſern Mor
der mit dem Alter immer dichter, mächtige
erdiger wird, und beim Verbrennen einen G
nach Bitumen oder Schwefel verbreitet?

Ein hierbei nicht zu vergeſſender Umſtan
das Vorkommen eines zweiten 1½ bis 2 Fuſs
tigen pyrituöſen Torflagers *unter* der Schicht
Fluſsmuſcheln, in den Torfgräbereien um Soi
Es hat ſich alſo hier ſchon Torf gebildet, ehe
dieſe in ſüſsem Waſſer lebenden Muſcheln da
ren; wodurch die Meinung, das Meer habe d
Torf hier abgeſetzt oder die Subſtanzen, aus d
er entſtanden ſey, hier zuſammengeſchwemmt,
lig unhaltbar wird. Kann nun aber dieſer Tor
ſprünglich nichts anders als ein wahrer Moraſ
geweſen ſeyn, ſo folgt, daſs die Gegend um Soi
viele Jahrhunderte lang von dichten Waldungen
zahlreichen Moräſten müſſe bedeckt geweſen,
der pyrituöſe Torf von Soiſſons mit den darin
findlichen Fluſsmuſcheln offenbar in einer Pe
de entſtanden ſeyn, die der vorhergeht, als
Meer zuletzt über dieſes Land hinſtrömte.

Gewöhnlich führt man die Ueberreſte von
phanten, Rhinoceros, Krokodilen, und exotiſc
in Schiefer liegender Pflanzen, die ſich in un
Gegenden finden, zum Beweiſe an, daſs das Meer
ſchon bewohnte Erde noch einmahl überſtrömt
be. Allein mehrere nehmen, vielleicht nicht
Unrecht, an, daſs dieſe Thiere und Pflanzen in
Gegenden, wo man ſie findet, lebten. Um darü

zu entscheiden, hätte man auf das Volumen dieser Fossile mehr achten müssen, ob sie sich vermengt mit Meermuscheln finden, ob über ihnen oder unter ihnen, und welches die Ordnung der Lager ist.

Das Becken, worin jetzt *Soissons* liegt, war ehemahls, so stelle ich es mir vor, wenigstens zum gröfsten Theile ein Moraft, der jetzt etwas höher als das Bett der Aisne liegt, die hindurchfliefst. Eben so die Gründe um *Coucy*, *Chaulny*, *La Fère*, *Laon* und so ferner, die mit jenem in einem Niveau liegen, und jetzt davon durch Berge getrennt sind. Nach einer langen Zeit kehrten die Stellen des Oceans zurück, um ihre alte Herrschaft wieder einzunehmen, bedeckten den gröfsten Theil des festen Landes, und liefsen darauf die Ueberreste ihrer zahlreichen Bewohner zurück, unter deren Trümmern die Bewohner der ältern Erde verschüttet wurden. In diese Epoche fällt die Bildung der Berge dieser Gegend, die fast alle aus einer sandigen Grundlage bestehn, auf denen sehr mächtige Bänke von Muschelkalkstein liegen. Sie alle enthalten Lager, in gleicher Folge, von einerlei Mächtigkeit und aus einerlei Materie bestehend. Entweder gab es auf dem Boden des Oceans, so lange er hier stand, gröfse Strömungen, oder nach dem Abzuge desselben bildeten sich grofse Seen, Ravins und Ströme; und dadurch wurde ein Theil der vom Meere abgesetzten Substanzen fortgespült, und ein Theil des alten Moraftes fast entblöfst. Diese Stellen sind unsere jetzigen Thäler, und sie bilden den ebnen Bo-

den der neuen Welt, unter dem man in nur geringer Tiefe das alte Erdreich wieder findet, das vielleicht noch nicht von Menſchen bewohnt war.

---

5. *Eine Bemerkung gegen* Poiret's *Hypotheſe und Antwort auf ſie.* Gegen die Meinung, daſs die Meermuſcheln, welche man in den Lagen über dem Torfe findet, vom Meere dahin geſchwemmt ſind, und daſs ſie eine Ueberſchwemmung des ſchon gebildeten Torfs vom Meere beweiſen, wurden Poiret in einem im *Journ. de Phyſique*, t. 9, p. 156, abgedruckten Briefe einige treffende Bemerkungen von J. M. Coupé entgegengeſtellt. „Mit dem gröſten Vergnügen," ſchreibt er, „habe ich Ihre Beobachtungen über die *Steinkohlenerde*, (*terres-houilles*,) oder den *pyrituöſen Torf* um Soiſſons geleſen. Hier jedoch eine Bemerkung. An beiden Ufern der Aisne, oberhalb und unterhalb Soiſſons, findet man auf den Abhängen des Landes verſchiedne Meermuſcheln, und beſonders auch Auſtern, wie wir dergleichen um Paris auf Montmartre, auf dem Mont Valérien, zu Montmorency, zu Belleville, unter dem Schloſſe von Sceaux, unter dem Park von St. Cloud, bei St. Germain und an vielen andern Orten ſehn. Das Regenwaſſer reiſst von dieſen Abhängen immerfort Theile mit ſich, in die Ebnen oder in die Flüſſe. So z. B. ſieht man auf dem Wege von Chaulny nach Folembray unter den Feldern, noch nicht in der gewöhnlichen Tiefe der

Gräben, ganze Lager von über einander gehäuften Austerschalen, Ueberbleibsel von Austerbänken, die sich auf den Abhängen der grofsen Untiefe, welche jetzt die hoch liegende Ebne des *Soissonnais*, des *Laonais* und des *Valais* ausmacht, als hier noch das Meer stand, in grofser Menge angesetzt hatten. Das Regenwasser hat die Schalen abgespült und auf das niedriger liegende Land mit fortgerissen. Man findet so bei Noyon, in den Sandgruben von Moxlincourt, eine mächtige Lage mit dem Flufssande der Oise vermengter Austerschalen. An andern Abhängen haben die Regenwasser in den lockern sandigen Boden tiefe Ravins gerissen, wo sich die Sammler mit der Glossopetra, mit Wirbeln von Fischen und dergleichen mehr versehn, und alles das reifsen bei starkem Regen die Regenwasser mit in das darunter liegende Thal der Oise herab. In dem Bette eines kleinen im Sommer trocknen Bachs, der ein Thal bei Susoy durchfliefst, und sich in den Sandboden eingeschnitten hat, sieht man Austerbänke noch auf ihrem Lager, und Chamas, die noch geschlossen und unverändert sind, so dafs man sich an den Meeresstrand versetzt glaubt. In dem Thale der Dive, wohin dieser Bach fliefst, der im Winter sehr wasserreich ist, findet man viel Meermuscheln; das Meer hat sie da aber nicht abgesetzt."

„Sie bemerken sehr richtig, dafs von den Torfgruben einige im Niveau der Aisne, andre aber höher liegen. Unstreitig war der Boden der Moräste, die dieses Land bedeckten, ehemahls höher, denn

das fliefsende Waſſer arbeitet ſich immer tiefer in die Erde ein. In den vielen ſeitdem verfloſsnen Jahrhunderten iſt das Niveau der Aisne, wie das aller unſrer Flüſſe, niedriger geworden; an vielen Orten iſt der Boden der alten Moräſte höher geblieben und das Regenwaſſer hat die höher liegenden Ueberreſte auf die jetzigen Moräſte fortgeführt. Die Stelle, wo Beaurain liegt, deſſen pyrituöſen Torf Sie erwähnen, befand ſich ehemahls wahrſcheinlich auf dem Boden eines Moraſtes; jetzt ſcheint ſie eine Höhe; aber zwei kleine Ströme haben weite Ravins umher ausgehöhlt, und das Niveau der Gewäſſer des Landes liegt jetzt viel niedriger. Einige ſolcher Stellen ſind Anhöhen geblieben, weil das Waſſer über ſie nicht hinſtrömte, andere, weil ſie aus feſter Materie beſtanden. — Sollte dieſes nicht die wahre Erklärung Ihrer Beobachtungen ſeyn, die indeſs dadurch weder an Verdienſt noch an Genauigkeit verlieren würden?“

Poiret erkennt ſelbſt am Schluſſe ſeiner zweiten Abhandlung das Gegründete dieſer Bemerkungen an. Daſs der pyrituöſe Torf nicht eher, als unſre Kalkgebirge voll Meermuſcheln, ſondern ſpäter entſtanden, und nur durch Ströme, Regenwaſſer und durch ähnliche Urſachen mit Geſchieben dieſer muſchelhaltigen Berge bedeckt worden ſey, erhält, (ſagt er,) durch folgende Gründe noch mehr Wahrſcheinlichkeit. *Erſtens* hat man noch unter keinem unſrer Kalkberge pyrituöſen Torf ge-

funden; vielmehr gehn dieſe Berge weit tiefer in die Erde herab, indeſs der Torf mehrentheils dicht an der Oberfläche der Erde, an einigen Stellen ſelbſt auf Anhöhen liegt, wie bei Beaurieux. *Zweitens* ſind die Kreidelager, die an vielen Stellen die Grundlage unſrer Berge ausmachen, und oft 75 bis 90 Fuſs tief unter Sand, Thon und Kalkſtein liegen, an manchen Orten entblöſst, welches darauf zu deuten ſcheint, daſs die obern Lager fortgeriſſen und wo anders abgeſetzt ſind; und ſollten nicht daher die Mergel-, Thon- und Sandlager rühren, welche die meiſten unſrer Torflager bedecken? Ich fühle die ganze Stärke dieſer Gründe. Hier, was ich ihnen entgegnen möchte: 1. Iſt es keineswegs ausgemacht, daſs es unter unſern Kalkbergen, beſonders unter den Kreidelagern, keinen Torf gebe, denn das Kreidelager iſt noch nirgends durchſunken worden; 2. daſs auch über den Kreidelagern der Ebnen Kalk, Thon und Sand abgeſetzt geweſen ſey, iſt nicht nöthig; auch hätten die Meeresſtröme dieſe Aushöhlungen ſo gut und eher als Flüſſe und Regengüſſe bewirken können; 3. in dem Verſuchsſchachte bei Beaurieux hat ſich 36 Fuſs unter den Torflagern ein Moraſt und nicht Kalk gefunden; 4. endlich iſt es nicht recht begreiflich, wie Torf, auf deſſen Bildung in mehrern mächtigen über einander ſtehenden Lagern gewiſs mehrere Jahrhunderte hingegangen ſind, plötzlich mit aufgeſchwemmten Erdmaſſen, die gewaltige Waſſerfluthen vorausſetzen, habe bedeckt werden können,

wenn man nicht meine Hypotheſe annehmen will, die dieſes ohne Schwierigkeit erklärt. *)

---

6. *Allmählige Zerſetzung der Vegetabilien und Produkte, die dadurch entſtehn, beſonders Torf und deſſen verſchiedne Arten.* Durch das Bisherige glaube ich wenigſtens ſo viel dargethan zu haben, daſs unſer pyrituöſer Torf an der Stelle, wo er jetzt noch liegt, entſtanden iſt; das beweiſt die regelmäſsige Lage ſchlammigen Mergels, voll Muſcheln unſrer Seen und Flüſſe, welche ſich zwiſchen den Torflagen befindet. Es kömmt daher nun weiter darauf an, die groſse Operation der Natur aufzufaſſen, durch welche ſie den Torf allmählig in den Zuſtand verſetzt hat, in welchem wir ihn in unſern pyrituöſen Torflagern finden. Und dieſes ſey der Gegenſtand des letzten Theils gegenwärtiger Abhandlung.

Die Ueberreſte, (*detritus*,) zerſetzter Pflanzen ſind nach der Natur der Pflanzen, noch mehr aber

*) Poiret ſcheint mir auf jeden Fall darin zu weit zu gehn, daſs er den pyrituöſen Torf für älter als das Muſchelkalkgebirge der Picardie und von Isle de France ausgiebt. Und könnten nicht groſse inländiſche Waſſerbehälter erſt nach Jahrhunderten ihre Dämme durchbrochen, und durch den Ablauf ihrer Gewäſſer in das Meer die neueſte Revolution bewirkt haben, durch welche die Vertiefungen in dem Kalkflötzgebirge und die aufgeſchwemmten Lager über dem Torfe entſtanden ſind? *d. H.*

nach den Umſtänden, unter welchen die Zerſetzung geſchieht, und nach den Stoffen, welche dabei auf ſie einwirken, verſchieden. In Haufen auf der Oberfläche der Erde vereint, und der Wirkung von Waſſer, Luft und Sonne ausgeſetzt, gerathen ſie in eine Gährung, bei welcher die flüchtigen Theile entweichen, und nur die fixern, die theils ſchon in der Pflanze da waren, theils erſt bei der Zerſetzung ſich bilden, Erde, Salze, etwas Oehl, etwas Kohlenſtoff und kohlenſaures Eiſen zurückbleiben. Dieſe machen das aus, was wir *Humus* oder *Dammerde* nennen; ihre Natur muſs nach dem Grade der Zerſetzung und nach den eigenthümlichen Säften der Pflanzen und den thieriſchen Theilen, die unter den vegetabiliſchen gemengt waren, verſchieden ſeyn. — Befinden ſich die Pflanzen unter Waſſer, ſo muſs ihre Zerſetzung ganz anders vor ſich gehn; weder Luft noch Sonne, nur das Waſſer und Stoffe, die dieſes aufgelöſt enthält, wirken dann auf ſie ein; mehrere ihrer Grundſtoffe, die beim Gähren an freier Luft entweichen, bleiben bei ihnen, und ihre Ueberreſte bilden nun nicht Humus, ſondern *Torf*. Die Salze, welche die Pflanzen ſchon enthielten oder die ſich erſt bei dieſer Zerſetzung bilden, müſſen gröſstentheils vom Waſſer ausgezogen werden, daher der Torf ihrer nur wenige enthalten kann. Deſto reicher muſs er an Kohlenſtoff ſeyn, den in dieſem Falle der Sauerſtoff der Luft unter Beihülfe der Sonnenwärme nicht entführt. Dagegen entweicht viel Waſſerſtoff, wie das die groſse Menge

von brennbarer Luft beweiſt, die ſich aus Moraſtboden auffammeln läſst. *) Torf und Humus haben folglich nicht mehr dieſelben Beſtandtheile.

Aller Torf läſst ſich unter zwei Gattungen bringen: *faſeriger* und *ſchlammiger Torf*. Der *Faſertorf* iſt leicht, ſchwammig, hat nur wenig von erdiger Conſiſtenz, (*peu terrifiée*,) und iſt nichts als eine Vereinigung von Wurzeln und Stengeln, die ihre faſerigen Theile noch behalten haben, und mit einem ſchwärzlichen, ſehr leichten, erdigen und brennbaren Staube vermengt ſind. Dieſe Erde iſt der Ueberreſt, (*detritus*,) der zerſetzten Blätter

*) Und zwar in Verbindung mit Kohlenſtoff, da die Moraſtluft bekanntlich Kohlen-Waſſerſtoffgas und kein reines Waſſerſtoffgas iſt, wofür Poiret ſie nimmt. Um ſie zu erhalten, muſs man den Sumpfboden mit einer Harke oder einem andern Inſtrumente umrühren; nur dann erſt entbindet ſie ſich in groſser Menge. Dieſes ſchreibt Poiret dem Schlamme zu, welcher die Pflanzen, die ſich zerſetzen, bedeckt, und durch das ſich bildende Gas ſich zu expandiren gehindert werde, bis es einen freien Austritt erhalte. Daſs indeſs kleine Luftblaſen mit feſten Körpern unter Waſſer lange und feſt cohäriren, ohne darin, ſo lange alles in Ruhe bleibt, aufzuſchwimmen, iſt eine Erfahrung, die wir täglich in Gläſern voll Waſſer anzuſtellen Gelegenheit haben, und die dieſes Phänomen auch ohne Mitwirkung des Schlammes erklärt. Daſs ſo viel freies Kohlen-Waſſerſtoffgas im Boden der Moräſte manche beſondre chemiſche Verbindungen veranlaſſen müſſe, darin hat Poiret unſtreitig Recht. *d. H.*

und einiger jährigen Pflanzen, die leichter zerstörbar als die sind, deren Wurzeln und Stengel den Torf bilden und diese Erde in ihren Zwischenräumen enthalten. Die Fasern der Pflanzen, welche diese erste Art von Torf ausmachen, behalten ihre organische Form ausserordentlich lange, ja selbst Jahrhunderte hindurch.

Der *Schlammtorf* unterscheidet sich von diesem dadurch, dass er die Ueberreste von Pflanzen nicht mehr in ihrer organischen Form erhält. Er ist schwer, sehr compact, sehr brennbar, welches hauptsächlich von seinem grossen Antheile an Kohlenstoff herrührt, der sich darin in Gestalt eines feinen Staubes mit Schlammerde vermischt findet, und von Zersetzung krautartiger Pflanzen herstammt. Dagegen geben die holzigen Pflanzen, z. B. die Bäume, mehrentheils Kohlen in ganzen Massen, die fast immer die organischen Formen der Vegetation beibehalten. Der Schlammtorf ist folglich nichts als ein Product der Zersetzung des Fasertorfs. *) Der Kohlenstoff dieses letztern, der ohne Einwirkung des Sauerstoffs auf ihn fast unvermindert bleibt, wird bei fortgehender Zersetzung immer mehr entblösst; die

*) Dieses ist wohl zu schnell geschlossen. Wird auch aller faseriger Torf durch weitere Zersetzung zu Schlammtorf, so folgt daraus doch nicht, dass aller Schlammtorf aus Fasertorf entstanden sey. Dann müssten alle Pflanzen ohne Ausnahme, die unter Wasser verwesen, erst zu Fasertorf werden; das scheint aber gegen die Erfahrung zu seyn. *d. H.*

einzelnen Theilchen deſſelben ſinken zu Boden, wo ſie ſich mit andern Materien, beſonders mit dem Schlamme und den durch Zerſetzung thieriſcher Theile entſtehenden Subſtanzen vereinigen und ſich in Lagen über einander häufen; das in den Pflanzen entweder ſchon vorhandne, oder bei der allmähligen Verweſung ſich bildende Oehl vereinigt ſich mit den Pflanzenſäuren zum Bitumen, (?) und andre uns noch unbekannte Grundſtoffe (!) bilden den Schwefel, der ſich faſt immer in den Ueberreſten verweſter thieriſcher und vegetabiliſcher Theile findet. Daher denn auch der Schlammtorf beim Verbrennen einen ſo unangenehmen Geruch nach Bitumen und Schwefel verbreitet.

Durch dieſe Darſtellung werden nun die Natur und die Bildung des *pyritzöſen Torfs* völlig aufgehellt. Dieſer Torf kömmt in regelmäſsigen, horizontalen Lagern von erdiger Conſiſtenz vor, die, gleich dem Thone, immer feucht und etwas fett ſind. Er iſt nichts andres als ein Schlammtorf von hohem Alter, von mattem Schwarz und ohne Glanz, der in mehrerer Mächtigkeit aufgehäuft, ſtärker zerſetzt und minder reich an Kohlenſtoff als gewöhnlich, oder in welchem der Kohlenſtoff mehr vereinzelt iſt, und der ſich dem Schiefer nähert, mit Säuren aber nicht aufbrauſt, (wenigſtens nicht der völlig reine, indeſs der graue, mit ſchlammigem Mergel vermiſchte, der ſich an die Zunge anhängt, mit ihnen efferveſcirt.)*)

*) Der von Vauquelin zerlegte, (*Journal des Mines*, No. 25, p. 74,) den ihm die Gemeinde von

So wie er an der Luft trocken wird, reifst er nach allen Richtungen, zerblättert sich und läfst sich leicht zu einem feinen Staube zerreiben, wobei er die Finger schwärzt. *) Eisen und Schwefel sind in ihm, in Gestalt sehr fein zertheilten *Schwefelkieses*, in Menge vorhanden, und durch die ganze Masse des Torfs und des darin liegenden Mergels verbreitet. Die tiefern Lager beider sind damit stärker durchzogen, doch ist er in ihnen ohne Glanz, und mit bloßen Augen nicht wahrzunehmen. Wo sich der Schwefelkies aufserdem noch in einzelnen Massen in den Torf- und Mergellagern, wie zu Beaurieux, oder in den Ritzen und Höhlungen des fossilen Holzes findet, oder wo er die Muschelschalen vererzt hat, kömmt er dagegen mit seinen gewöhnlichen glänzenden und lebhaften Farben vor. Bitumen enthält dieser pyritöse Torf nicht, und ist sehr verschieden von gewissen Steinkohlen, gewissen schwarzen Schiefern und einigem Schwammtorfe, in denen ebenfalls Schwefelkiese, aber nur isolirt und kryställisirt, und nicht durch die ganze Masse vereinzelt und mit den Erdtheilchen vermengt vorkommen.

Rollot zugesandt hatte, war zuverlässig nicht ganz rein. Einen fiptischen Geschmack nimmt er nur dann an, wenn er an der Luft gelegen und sich schon etwas vitriolisirt hat. *P.*

*) Alles Charaktere, die völlig auf unsre *Braunkohlen* passen, besonders auf die tiefer gelegenen, z. B. auf die für Moorkohlen ausgegebenen zu Ober-Röblingen. *d. H.*

Wie dieſer unſer pyrituöſe Torf durch fernere Zerſetzung des Schlammtorfs ſich gebildet habe, darüber mache ich mir folgende Vorſtellung: Torf entſteht in den Moräſten in gröſser Menge nur dann, wenn der Moraſtboden nicht zu hoch mit Waſſer bedeckt iſt, da die meiſten Moraſtpflanzen der äuſsern Luft bedürfen, um zu leben.*) Dann aber erhebt ſich jährlich eine neue Vegetation über die noch unzerſtörten Ueberreſte der vorjährigen, welche nun Torf in ſeinem erſten Zuſtande, faſerigen Torf, ausmacht. So dauert die Vegetation jährlich fort, bis irgend eine äuſsere zufällige Urſach Ueberſchwemmungen herbeiführt, welche den Moraſt und ſeine Pflanzen tief unter Waſſer ſetzen. Dann ſterben die Waſſerpflanzen, die ſich nun nicht bis über die Waſſerfläche zu erheben vermögen, und

*) Die Waſſerpflanzen ſind von dreierlei Art. Einige ſtehn ganz und immer unter Waſſer, und erheben ſich höchſtens zur Zeit der Befruchtung über die Waſſerfläche; andre müſſen, um zu beſtehn, auf dem Waſſer ſchwimmen; eine dritte Art vegetirt nur, wenn ihre Wurzeln und ein Theil ihres Stiels immer feucht bleibt, der übrige Theil der Pflanze aber über das Waſſer hervorragt; ſie ſterben, wenn ſie ſich nicht bis über die Waſſerfläche erheben können. Hierher gehören die meiſten Waſſerpflanzen, und beſonders auch das Torfmoos, (*Sphagnum paluſtre*,) welches in den Torfgründen in ſolcher Menge wächſt und die Grundlage des Torfs iſt. P.

nd überdies durch die Fluth mit Schlamm bedeckt nd unter ihm erdrückt und vergraben werden. ieſer Schlamm nimmt jährlich zu, bis der Moraſt inmahl bei auſserordentlicher Dürre austrocknet nd ſich mit neuer Vegetation überzieht. Nun geht ieſe wieder fort, bis eine ähnliche Kataſtrophe als ie erſte ſie wieder unter Schlamm vergräbt, und) entſtehn die abwechſelnden Lager von ſchlammi- em Mergel und Torf. *) Während des hohen Vaſſers fanden ſich auf dem Schlammboden Schal- iere ein und bewohnten ihn, bis dieſes Waſſer ch verlief. Daher die Schalen von Schalthieren, ie gleich der *Helix vivipara* nur in dem tiefen Waſ- r unſrer Ströme und Teiche, und nicht in fla- hen, ſtockenden Moräſten leben; und daher dieſe eberbleibſel nur in den Mergellagern, und nicht im orfe. Der *Schwefelkies*, womit alle dieſe Lager urchzogen ſind, findet ſich in ihnen in ſo vorzüg- cher Menge, wahrſcheinlich nur aus localen Ur- ichen, über die ich mir keine Vermuthungen er- ube. Daſs die Vegetabilien bei ihrer Zerſetzung

*) Die Lagerung des pyrituöſen Torfs in regelmäſsi- gen, beinahe blättrigen Schichten, führt auf die Vermuthung, daſs er vom Waſſer, welches das Moor überſchwemmte, aufgerührt worden ſey, und daſs die leichtern pulverulenten Theilchen ſich daraus, mit mehr oder weniger Schlammerde ver- mengt, nur allmählig wieder niedergeſetzt haben. Daraus läſst ſich auch die gleichmäſsige Vertheilung des Schwefelkieſes durch die ganze Maſſe des Torfs und der Mergellager erklären. P.

Eisen, und Thiere und Pflanzen beim Faulen Schwefel geben, ist eine alte Beobachtung. Ich vermuthe indefs, dafs nicht aller Schwefel unsers pyritösen Torfs diesen Ursprung habe, sondern dafs auch die Gewässer aus den benachbarten Gebirgen, (ehe sie noch mit dem Muschelkalke belegt wurden, der von neuerer Formation als unser Torf ist,) Schwefel herbeigespült haben. So wie die Schichten, welche das Meer über dem Torfe abgesetzt hat, kommen, verschwindet auch der Schwefelkies.

Im Verfolg der Vegetation in den Moräften erhebt sich allmählig der Torfboden, bis das Wasser die oberste Lage der Pflanzen nicht mehr zu bedecken vermag. Dann bedeckt sich der Torf mit Dammerde, und in ihr sprossen unter den Gräsern und Moosen Bäume hervor. Bald entsteht ein ungeheurer Wald, dessen abfallende Blätter der Vegetation jährlich neue Nahrung geben,*) und in welchem die Stämme, wenn sie vor Alter abgestorben sind, umfallen und unter Blättern und Moos vergraben werden. An freier Luft würden auch sie zu Dammerde verwesen. Unter Wasser dagegen zerfallen sie bei ihrer allmähligen Zersetzung nicht,

*) Wie sich der Boden allmählig mit Waldung und mit Dammerde bekleidet, davon habe ich in der Barbarei besonders auffallende Beispiele gesehn. Einen Theil der Ruinen des alten Tabarka mufs man jetzt mitten in einem dichten Walde suchen. (M. s. meine Reise nach der Barbarei, *tome* I, p. 72 u. 180.)

gleich den Kräutern, zu Kohlenstoff in Staubgestalt, sondern werden carbonisirt, und in Kohlen, in Massen verwandelt, welche noch die organische Form der Vegetation zeigen, weshalb ich glaube, dass die Bäume, wovon wir noch fossiles und verkohltes Holz in unsern pyritösen Torflagern finden, von dem Meerwasser umgestürzt worden sind. Haber besteht auch nur die untern Lager unsers pyritösen Torfs aus zersetztem Moortorfe, die obern dagegen aus nichts als fossilem Holze und fossilen Kohlen, in grosen Massen, wie man das bei Bolca, auf dem Berge von *Cuiss* findet. Je tiefer und niedriger die Torflager liegen, desto weniger Kohlen enthalten sie, und die, welche darin, wo zufällig vorkommen, sind in sehr geringer Menge und isolirt. Der *Bernstein* findet sich mehr in den Lagen fossiler Kohlen als in den Torflagen, woraus man schliesen möchte, dass er mehr Zersetzung organischer Bäume und nicht der Kräuter entsteht. Im Ganzen ist indess der Bernstein in unsern Torfgruben selten, und ich habe ihn nur zu Hommelsheim bei St. Quentin, und zu Billy an der Aisne gefunden. Doch soll er auch bei Beaurieux vorkommen.

Was das *versteinerte Holz* betrifft, so glaube ich, dass es blos hineingeschwemmt sey, da es mir nicht recht denkbar ist, wie Holz mitten in Torf sich versteinern könne. Im Torfe kann es sich nur verkohlen, und versteinertes Holz hat man bis jetzt nur in Sande, durch den Wasser fliesst, in Menge

gefunden. Der Sand ſchützt das Holz vor ſchneller Verweſung, und das hindurch rinnende Waſſer ſetzt darin allmählig an der Stelle der Pflanzentheile, die ſich zerſetzen, Theilchen Kieſelerde ab. Alles petrificirte Holz, das unter andern Umſtänden vorkommt, ſcheint nur hingeſchwemmt zu ſeyn. — Die iſolirten Maſſen ſchwarzen Sandſteins, die inwendig hohl und mit kleinen ſchwarzen Quarzkryſtallen beſetzt ſind, ſcheinen dagegen nach allen Umſtänden mitten im Torfe ſelbſt entſtanden zu ſeyn, da ſie gleich dem Torfe mit Eiſen durchzogen ſind. Sie ſind wahre *Geoden* über deren Bildung ſich ſchwer etwas entſcheiden läſst. *)

*) Folgende Stellen über den ſogenannten pyrituöſen Torf entlehne ich aus einem Aufſatze Sage's *de la terre végétale et de ſes engrais* den man im *Journal de Phyſ.*, t. 12, p. 34, findet: „Pflanzen, die ſich allmählig an der Luft unter Mitwirkung von etwas Waſſer zerſetzen, geben die *Dammerde*, (*le terreau ou humus de Th.*) Die Meerpflanzen dagegen, die gleich nach vollendeter Fructification welken und in das Waſſer ſinken, bilden hier durch Maceration einen ſchwärzlich braunen Teig, der mehr oder weniger fibrös iſt, und den man *Torf* nennt. Ihre Samen, die von der Natur beſſer verwahrt ſind, als ihr krautiger Stengel, bleiben indeſs unverändert, keimen im Frühjahre, und wachſen zu Pflanzen auf, welche die Torflage vermehren. Auch giebt es deren ſehr mächtige. — Der franzöſiſche Torf iſt mehr oder weniger *pyrituös*. Will man den gebrochnen und wohl getrockneten Torf aufheben, ſo muſs man ihn ſorgfältig gegen

7. Veränderungen, welche der pyritiöse Torf an der Luft leidet. Dafs der Schwefelkies auf das feinste zertheilt dem Torfe und den Mergellagern beigemengt ist, und dafs beide nafs aus der Erde kommen, sind für ein schnelles Oxydiren des Schwefels an der Luft so vorzüglich günstige Umstände, dafs man den Torf schon einige Stunden nachdem er gefördert worden, mit effloreſcirtem *schwefelsauren Eisen* in Gestalt kleiner gräulich-weifser Fädchen

Regen schützen; denn mit Ueberresten von Pflanzen vermischte Schwefelkiese sind die Ursach und die Nahrung freiwilliger Entzündungen, so wie der Vulkane. Die Magazine von Torf von Minzi, in der Vorstadt St. Antoine, fingen Feuer, weil in ihnen der Torf der Luft und der Feuchtigkeit ausgesetzt lag. Aller französische Torf enthält Selenit, welcher diesen Torf, wenn man ihn verkohlt, pyrophorisch macht. — Nur Pflanzen können den *Humus* geben, nicht thierische Theile. Du Paget fand in den Katakomben von Rom, dafs der Staub eines verwesten menschlichen Körpers, das Rectangel um den Körper beschrieben, nicht ½ Linie hoch bedeckt. Dieser Staub ist häufig so phosphorisch, dafs er einen merklichen Schein im obern Theile des Grabes erzeugt, und behält dieses Phosphoresciren einige Monate lang. — Auch nicht alle Pflanzen sind geschickt, die Pflanzenerde oder den *Humus* zu erzeugen. Die krautartigen und safrigen werden zu einem Teige und schimmeln; nur die von festerem Gewebe, wie z. B. die Baumblätter, werden erst gelb, dann braun, erhitzen sich, wenn sie über einander gehäuft und etwas feucht sind, und

bedeckt findet. Diese vermehren sich nach Maasgabe, wie der Torf beim Trocknen rissiger wird, und dadurch der Luft mehr Oberfläche darbietet. Die gewöhnlichen Schwefelkiese, deren Theilchen zerfallen innerhalb sechs Monate zu einer erdartigen Masse, mit darunter gemischten Ueberresten von Pflanzen, und geben so die *Dammerde*, (*humus levis*,) während deren Bildung sich kein Geruch verbreitet, obgleich sich das Oehl und der extractive Theil der Blätter zersetzt." — „In einem Theile der Picardie wird bis zur Röthe calcinirter Eisenvitriol, [Eisenoxyd,] unter dem Namen: *Cendres de terre houille de Beaurain*, (aus der man 25 Pfund Eisenvitriol aus dem Centner ziehn kann,) als Düngmittel gebraucht. Allein diese sogenannte Asche thut nur im ersten Jahre gut, und bringt im zweiten Schaden. Häufig verliert der Arbeiter, der sie auf die Felder streut, die Augenbraunen und die Haare, und Augen, Gesicht und die übrigen entblösten Theile des Körpers entzünden sich. Eine Compagnie, die sich vor 60 Jahren vereinigt hatte, um bei dem Dorfe Beaurain, 1 Lieue von Noyon, wie sie meinten, auf Erdkohlen, (*charbon de terre*) zu bauen, statt dessen aber nur einen schwarzen, compacten, pyritösen Torf förderte, der an der Luft aufgehäuft sich von selbst entzündete und zu einer röthlichen vitriolischen Asche verbrannte, brachte dieses Düngmittel zuerst in Gang, um dadurch wo möglich ihre Fonds wieder zu erhalten. Jetzt ist man jedoch klüger geworden, und mehrere Particuliers graben diesen pyritösen Torf, um ihn auf Eisenvitriol zu benutzen." *A. H.*

nicht so fein vertheilt sind, efflorescirn zwar auf dieselbe Art, aber weit langsamer, und nur wenn sie zerschlagen und befeuchtet dem Luftzuge ausgesetzt werden. *)

Ist der Torf in grosen Haufen auf einander geschüttet, so dass der Regen die sich bildenden schwefelsauren Salze nicht fortspülen und den Ueberrest als Staub zerstreuen kann, so erhitzt er sich im Innern, und es entstehn in ihm neue Verbindungen, je nachdem die Hitze nur mäsig und von kurzer Dauer, oder anhaltender und stärker ist. Im ersten Falle entstehn, so wie die Wärme das schwefelsaure Eisen zersetzt, *Alaun*, der zum Theil in weisslichen pulverulenten Flocken auf dem im Torfe enthaltnen Thone efflorescirt, *Gyps*, der bei gänzlichem Verbrennen zu wahrem Sparkalke wird, **), und

*) Auch die Schwefelkiese unsrer Braunkohlenlager, die sich in einigen Lagern in ausserordentlicher Menge finden, efflorescirn in gesammt und zerfallen nach einiger Zeit, selbst wenn man sie an trocknen Oertern aufhebt, indes die Schwefelkiese in den Mansfelder Kupferschiefern und aus den Ganggebirgen des Harzes an denselben Orten völlig unverändert bleiben.

**) Damit diese merkwürdigen Gypskrystalle in dem mit Schwefelkies durchdrungnen Mergel entstehn können, muss der Schwefelkies, der sie durchdringt, zu schwefelsaurem Eisen efflorescirn, und das kann nur an der Luft geschehn. In Wasser habe ich pyritösen Torf lange Zeit über, ohne dass er irgend eine Zersetzung litt, erhalten. Dann

Bittersalz. Im zweiten Falle geht das langsame Verbrennen des Schwefels bald in ein schnelles über, und der ganze Haufe kömmt in Brand; man sieht Nachts eine schwache Flamme, Tags einen dichten schwarzen Rauch an der Oberfläche des Haufens, es verbreitet sich rings umher ein Geruch nach Schwefel-Wasserstoffgas, und an der Oberfläche und in den obern Höhlungen des Haufens setzt sich Schwefel in Krystallgestalt als kleine Fäden oder als Staub an. *) Das Eisen verwandelt sich in ein rothes Oxyd, (Colcothar,) und färbt die als Asche zurückbleibenden Erdtheile, die daher auch *Cendres rouges* genannt werden, und wird mit ihnen zu einem Ocher. Wenn der Brand lange dauert, so leiden beide eine halbe Verglasung, und man findet sie dann mitten im Haufen in nicht ganz kleinen Schlackenmassen, die das Ansehn des Hammerschlags

aber entsteht in ihm, wegen der Anwesenheit des Kalks, nicht schwefelsaures Eisen, sondern schwefelsaurer Kalk. In dem Mergel am Orte seiner Lagerung habe ich beim sorgfältigsten wiederhohlten Nachsuchen nicht einen Gypskrystall finden können, ein paar an der Oberfläche, wo die Luft ihn lange berührt hatte, ausgenommen. Derselbe Mergel in Haufen aufgeschüttet, hatte sich dagegen nach 6 Monaten fast durchgängig in Gypskrystalle verwandelt. P.

*) Die erste Erhitzung wird unstreitig durch Einwirkung der sich bildenden Schwefelsäure auf das Wasser im Torfe bewirkt. Das Wasser kann durch das

lags haben. Auch wird der kohlenſaure Kalk bei zu ätzendem Kalke, und der Gyps zu wahrem Mörtelkalke gebrannt.

Von dem Gebrauche dieſer verſchiednen Produkte werde ich in einer vierten Abhandlung reden, ich füge hier nur noch die Bemerkung hinzu, daſs ſie den *Vulkanen* und deren Producten nichts eine entfernte Aehnlichkeit hat, als die freiwillige Entzündung des pyritöſen Torfs und die eben beſchriebenen Producte, die dabei entſtehn. Der weit umher ſich verbreitende Geruch nach Schwefelwaſſerſtoffgas, die ſchwefelſauren Salze, welche ſich an der Oberfläche des Haufens anſetzen, zu Kalk gebrannter Kalkſtein, verbrannter Schiefer, gebrannter Thon, farbige Eiſenoxyde und Ocher, ſtriger trappelähnlicher Mergel, und poröſe, einfachige Schlacken, deren Höhlungen oft Schwefel- und Alaunkryſtalle enthalten; — das alles ſind haraktere eines Vulkans. Ich muſs jedoch bemerken, daſs man bis jetzt noch kein Beiſpiel einer

das Eiſen der Kieſe nur dann unter Mitwirkung der Schwefelſäure zerſetzt werden, wenn das Eiſen in den Kieſen reguliniſch, und nicht ſchon oxydirt vorhanden iſt, welches letztere wenigſtens Vauquelin behauptet. Daher iſt es wahrſcheinlich der Kohlenſtoff des Torfs, der bei erhöhter Temperatur ſowohl das Waſſer als auch die Schwefelſäure des Torfs ſchnell desoxydirt, wobei kohlenſaures Gas, Schwefel-Waſſerſtoffgas, Schwefel und noch nicht ganz oxydirter Kohlenſtoff entweichen müſſen. *d. H.*

Selbſtentzündung oder eines Brandes unſers pyrituöſen Torfs in der Erde ſelbſt hat, auch nicht, wenn die Oberfläche deſſelben entblöſst und mit der Luft in freier Berührung iſt. Er entzündet ſich an freier Luft nur, wenn er umgeſchüttet und aufgehäuft, und durch Regen genäſst worden, oder an ſich ſehr feucht iſt. Auf die Zeit, in welcher er ſich entzündet, hat nicht nur der Zuſtand der Luft, ſondern auch die Gröſse des Haufens einen ausgezeichneten Einfluſs. Je gröſser der Haufe iſt, deſto eher entzündet er ſich, beſonders wenn Regen und gleich darauf ſtarker und kalter Wind eintreten. Er brennt faſt ohne Flamme, und erzeugt nur einen dicken Rauch von faſt unerträglichem Geſtanke. An der Oberfläche ſcheint er nicht einmahl zu brennen, und man muſs den Haufen aufſtören, um das Feuer, welches ihn verzehrt, gewahr zu werden, und das in ſeinem Innern ſtark genug iſt, um die oben erwähnten Schlacken zu erzeugen, wiewohl es nicht hinreicht, den Thon zu verglaſen, ſondern ihn nur hart brennt. — Könnte der Torf auf dieſelbe Art in der Erde brennen, wozu ein freier Zutritt der Luft zu ſeiner Lagerſtätte nöthig ſeyn würde, ſo möchte er allerdings einen kleinen Vulkan bilden können.

IX.

Eine Beobachtung über das Entſtehn des holländiſchen Torfs.

Aus einem Briefe des Dr. M. VAN MARUM *in Harlem an* FAUJAS - SAINT - FOND. *)

Harlem den 1ſten Januar 1803.

Seitdem man durch eine genauere Unterſuchung des Torfs der Moorgründe ſich überzeugt hat, daſs dieſer aus zerſtörten Stengeln, Blättern, Wurzeln und andern Pflanzentheilen beſteht, und daſs die holländiſchen Torfbrüche, (und ſo auch die in andern Ländern,) nach ihrer Lage und ihrem Vorkommen in mehrern Schichten in hoch liegenden Moräſten zu urtheilen, nicht durch Waſſerfluthen dahin geſchwemmt ſeyn können, ſondern ſich noch an der Stelle befinden, wo ſie entſtanden ſind; iſt häufig die Frage geweſen, aus welcher Pflanze denn eigentlich der Torf entſtehe. Zufällig habe ich im Jahre 1789 eine Beobachtung gemacht, die mir über dieſe Frage viel Licht zu verbreiten ſcheint. Zum mindeſten lernen wir durch ſie einige Pflanzen kennen, aus welchen Torf in ſehr kurzer Zeit anwachſen kann.

In einem Garten unweit Harlem hatte ich 1784 ein kleines 10 Fuſs tiefes Baſſin graben laſſen, um

*) *Annales du Muſeum d' Hiſtoire naturelle*, T. 2, p. 91. d. H.

darin chineſiſche Goldfiſche zu halten. Der Boden war hier nichts weniger als moraſtig; hatte lange Zeit über 5 Fuſs tief zur Kultur von Pflanzen gedient, und beſtand zu unterſt aus bläulichem Sande. Die Wände dieſes Baſſins wurden, um Feſtigkeit zu erhalten, ringsum mit Holz bekleidet.

Schon im Jahre 1786 merkte ich, daſs das Baſſin viel an Tiefe verloren habe, ohne den Grund aufzufinden. Ich nahm darin im Anfange einige Waſſerpflanzen wahr, die ſich ſehr ſchnell vermehrten, und es oft ſo ausfüllten, daſs ich ſie muſste wegnehmen laſſen, um den Fiſchen mehr Raum zu verſchaffen und ſie ſichtbar zu machen. Dieſe Pflanzen wurden immer zahlreicher, und zugleich verminderte ſich die Tiefe des Baſſins immer mehr.

Im Jahre 1789 wurde mein Garten durch eine Springfluth überſchwemmt, die ſo viel Schlamm in das Baſſin ſpülte, daſs ich mich genöthigt ſah, es ausſchöpfen und von Schlamm reinigen zu laſſen. Ich hatte den Arbeitern befohlen, es ja bis auf den Grund zu reinigen, und war daher nicht wenig verwundert, als ſie fertig waren, das Baſſin nur 6 Fuſs tief zu finden. Sie behaupteten, es könne nicht tiefer geweſen ſeyn, weil ſie bis auf den feſten Boden gekommen wären; da ich aber beſtimmt das Gegentheil wuſste, ſo wies ich ſie an, es weiter auszugraben, bis ſie auf den bläulichen Sand gekommen ſeyn würden, der den Boden des Baſſins ausmachte. Kaum hatten ſie dieſe Arbeit angefangen, ſo merkte ich, daſs ſich eine 4 Fuſs mächtige Lage Torf in dem Baſſin gebildet haben müſſe. Getrocknet,

brannte dieſer Torf wie anderer und gab dieſelben Kohlen. Ich zeigte ihn mehrern, die Kenntniſs vom Torfweſen hatten.

Dieſes wirklich bewundernswürdige Ereigniſs verdient um ſo mehr Aufmerkſamkeit, als ich zugleich Gelegenheit gehabt habe, zu bemerken, aus welchen Pflanzen dieſer Torf entſtanden war. Während der ganzen Zeit, daſs der Torf ſich im Baſſin anhäufte, habe ich darin faſt keine andere Pflanze wahrgenommen, als die lange Bach-Conferve, (*Conferva rivularis,*) und den Waſſer-Federball, (*Myriophyllum ſpicatum.*) Zwar ſtanden einige andre Pflanzen am Rande des Baſſins, doch nur in ſo geringer Menge, daſs ſie höchſtens äuſserſt wenig zur Bildung der Torflage können beigetragen haben.

Nachdem das Baſſin gereinigt und wieder ausgegraben iſt, habe ich darin keine Bach-Conferve weiter wahrgenommen; dagegen nahm das *Myriophyllum ſpicatum* darin ſo überhand, daſs ich es mehrmahls in einem Jahre muſste fortnehmen laſſen. Auch jetzt nahm zwar die Tiefe des Baſſins ab, doch nicht ſo ſchnell wie das erſte Mahl. Begierig, zu wiſſen, ob ſich etwa aufs neue wieder Torf gebildet habe, lieſs ich das Baſſin im Jahre 1795 ausſchöpfen; es enthielt aber keinen Torf, ſondern nur Schlamm, welcher in allem vollkommen dem glich, der ſich gewöhnlich in ſtehenden Gewäſſern aus vermodernden Waſſerpflanzen bildet.

Dieſe Beobachtung, verglichen mit der vorigen, zeigt uns, daſs die *Conferve* die Hauptpflanze iſt, aus der der Torf, der ſich in ſtehenden Ge-

wäſſern bildet, entſteht. Frägt man, was wohl die Conferve geſchickter als andre Pflanzen machen dürfte, den Torf zu erzeugen, ſo ſcheint mir dieſes zum Theil davon abzuhängen, daſs dieſe Conferve nicht leicht fault, wie das die Beobachtungen des Botanikers Meeſe und anderer beweiſen. Es ſcheint überdies, die Conferve werde gegen den Herbſt ſpecifiſch ſchwerer, daher ſie ſich in den Waſſern zu Boden ſenkt, und zugleich die andern Waſſerpflanzen, zwiſchen denen ſie ſich befindet, mit hinab zieht. Endlich läſst ſich aus meinen beiden Beobachtungen ſchlieſsen, daſs die Conferve die Eigenſchaft habe, auch die andern Pflanzen, welche ſie umgiebt, zum Theil gegen die Verweſung zu ſchützen; denn das *Myriophyllum ſpicatum* war im erſten Falle erhalten, im andern aber, als die Conferve nicht mehr mit demſelben wuchs, verweſt.*)

*) Noch eine Eigenſchaft, welche die Conferve zur Bildung ſo ſchnell wachſenden Torfes vorzüglich geſchickt macht, iſt die auſserordentliche Schnelligkeit, mit der ſie, nach Vaucher's Beobachtung, ſich durch die von ihm bemerkten ſamenähnlichen Körnchen fortpflanzt. Die von einer einfachen fadenförmigen Grüben-Conferve aufgeſammelten, dem bloſsen Auge kaum ſichtbaren Körnchen hatten ſich ſchon innerhalb dreier Monate zu Pflanzen entwickelt, die ſelbſt mit reifen Körnchen verſehn waren, ſo daſs in einem Baſſin, welches immer mit Waſſer verſehn iſt, jährlich 2 bis 3 Generationen dieſer Conferve zum Vorſcheine kommen könnten. Erſt wuchs aus dem Körnchen ein feiner Faden hervor; bald verſchlangen ſich viele ſolcher ein-

X.

Ein Bohrer, um morastiges Bruchland auszutrocknen;

von

THOMAS ECCLESTON, Esq. *)

Das gröfste Hindernifs, womit man beim Austrocknen manches mooſigen oder torfigen Bruchlands zu kämpfen hat, beſteht darin, daſs die Moos- und Torflager, obſchon das Waſſer nur ſchwer durch ſie hindurch filtrirt, doch von ſo weicher und ſchwammartiger Natur ſind, daſs ſie vom Drucke des Moraſtwaſſers gehoben, und neu gezogne Gräben oder Kanäle dadurch in Kurzem wieder faſt ausgefüllt werden, ſo daſs das Waſſer durch ſie nicht mehr abflieſsen kann. Um dieſes zu vermeiden, muſs man dem Moraſtwaſſer Luft machen. Für eine kurze Zeit läſst ſich das ſchon durch eine Stange, die man durch den Torfboden treibt, oder mit dem gemeinen Bohrer bewerkſtelligen; da aber beide

facher Fäden zu einem kleinen grünen, kaum ſichtbaren, auf dem Waſſer ſchwimmenden Flöckchen, aber ſchon acht Wochen nach dem Keimen erfüllte ein ſolches Flöckchen die Hälfte eines 10 Zoll hohen und 8 Zoll weiten Glaſes. (Vaucher's *Mémoire ſur les graines des conferves*, *Journ. de Phyſ.*, t. 9, p. 344 f.) Vaucher giebt dieſe Conferve für die *Conferva fontanalis* aus, doch iſt es die nicht, welche Linné mit dieſem Namen bezeichnet. *d. H.*

*) *Transact. of the Soc. of Arts*, 1801. *d. H.*

den Torfboden nur zur Seite drücken, ſo wird er ſehr bald wieder zuſammengepreſst und dem Waſſer der freie Durchgang geſperrt. Mittelſt eines Bohrers, wie ihn *ABD*, Taf. III, Fig. 3, abbildet, läſst ſich dagegen ein 6 Zoll dicker Cylinder von Torf rein herausſchneiden und dadurch dem Waſſer auf lange Zeit ein freier Durchgang öffnen. *A* iſt die Scheide, *B* der Körper des Bohrers, *C* die obere Oeffnung, aus der der ausgebohrte Torf ſich herausnehmen läſst, und *D* ein Stück der eiſernen Bohrſtange, die oben eine horizontale Handhabe hat.

Bei dem erſten Verſuche mit dieſem Bohrer wurde in einer Stunde ein 6 Zoll weites und 12 Fuſs tiefes Bohrloch rein herausgebohrt, und nun ſtieg das Waſſer in dem Graben von 4 Zoll auf 6 Zoll Höhe, und der Boden des Grabens, der zuvor ſehr weich, aufgeſchwollen und in die Höhe getrieben war, wurde in wenigen Tagen feſt und hart; ſelbſt beim Ausräumen ſchwoll und hob er ſich nicht im mindeſten. Dadurch, daſs ein ſolches Bruchland gleich feſt genug gemacht wird, daſs die Endgräben ſtehn bleiben, laſſen ſich die Austrocknungskoſten deſſelben nicht wenig vermindern. Wie tief gebohrt werden müſſe, hängt von der Localität ab. In Moosboden, der ſo niedrig liegt, daſs er der Gefahr, überſchwemmt zu werden, ausgeſetzt iſt, darf man, damit das Land nicht allzutief ſinke, nicht tiefer bohren, als ſchlechterdings nöthig iſt, um die Oberfläche zu trocknen.

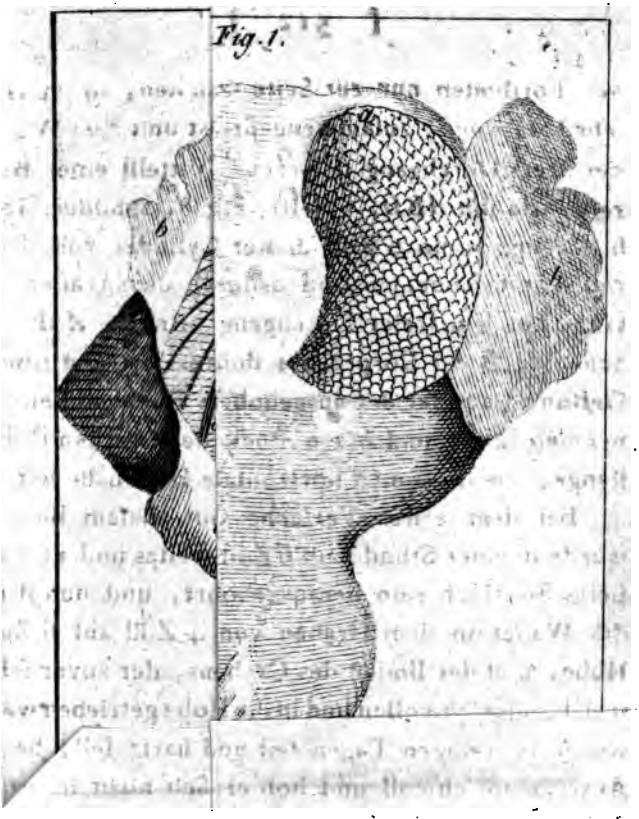
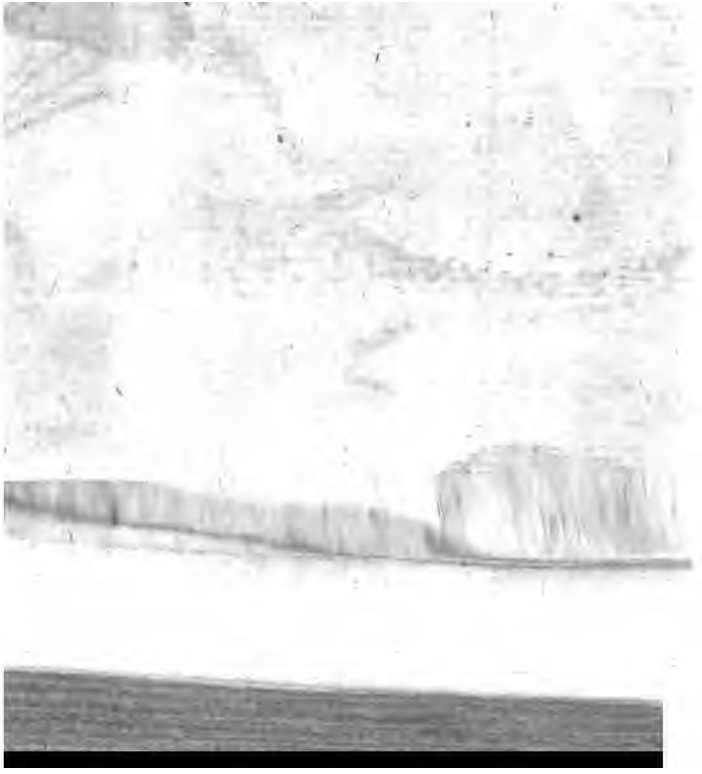
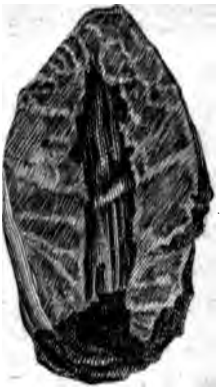
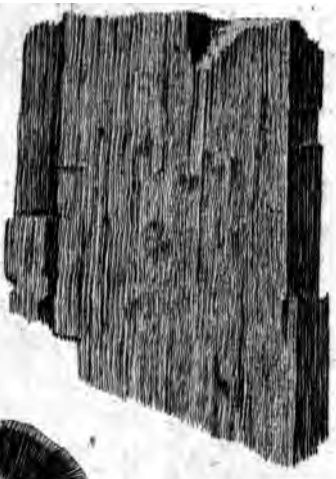
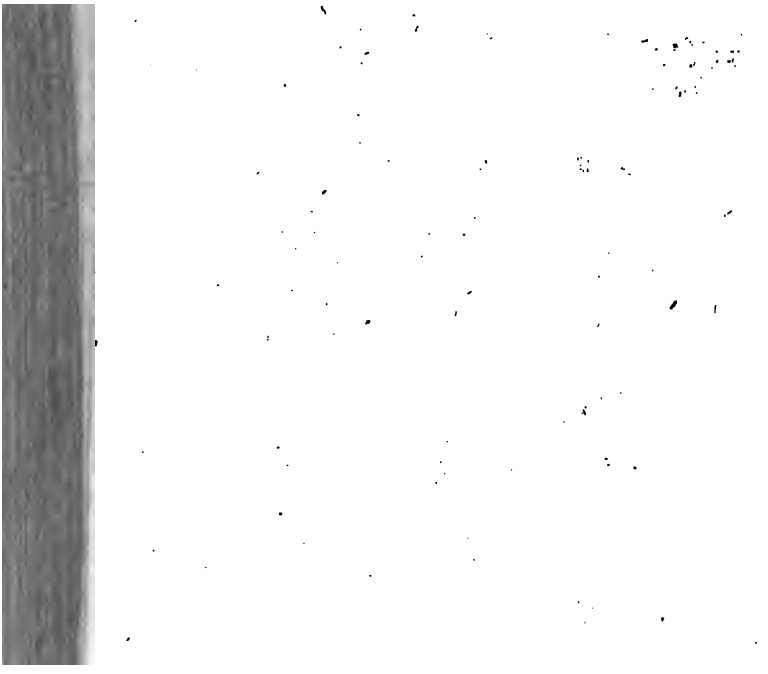


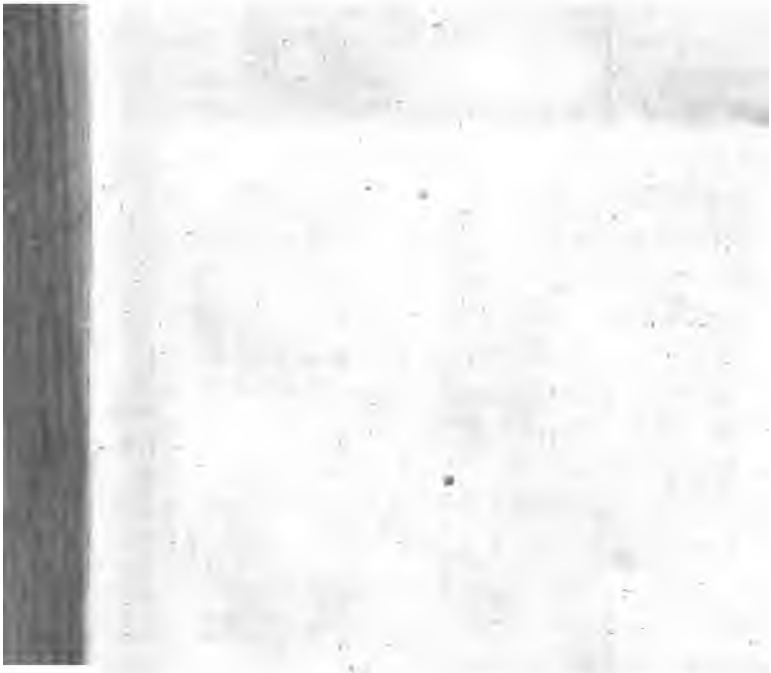
Fig. 1.
a
b
b
c

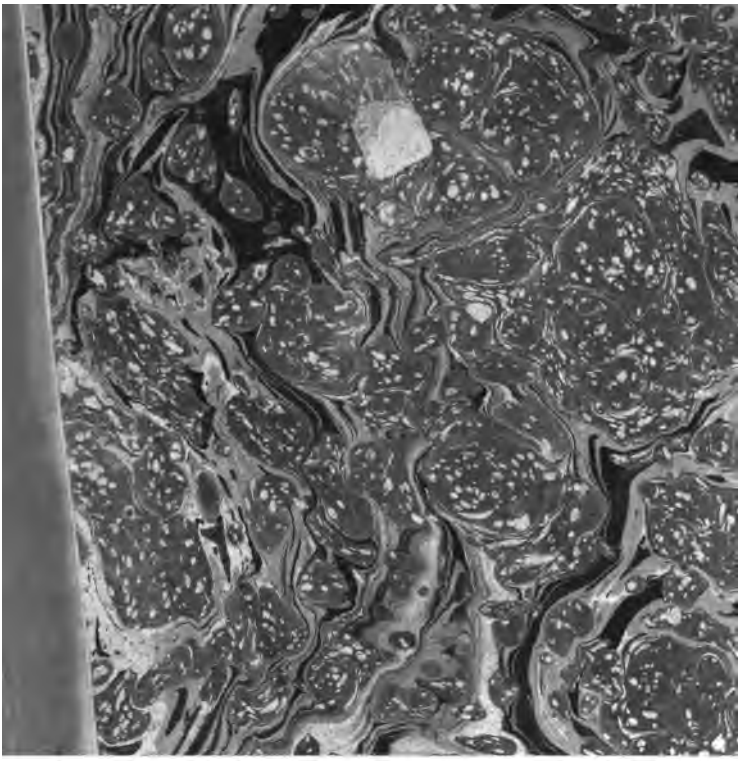


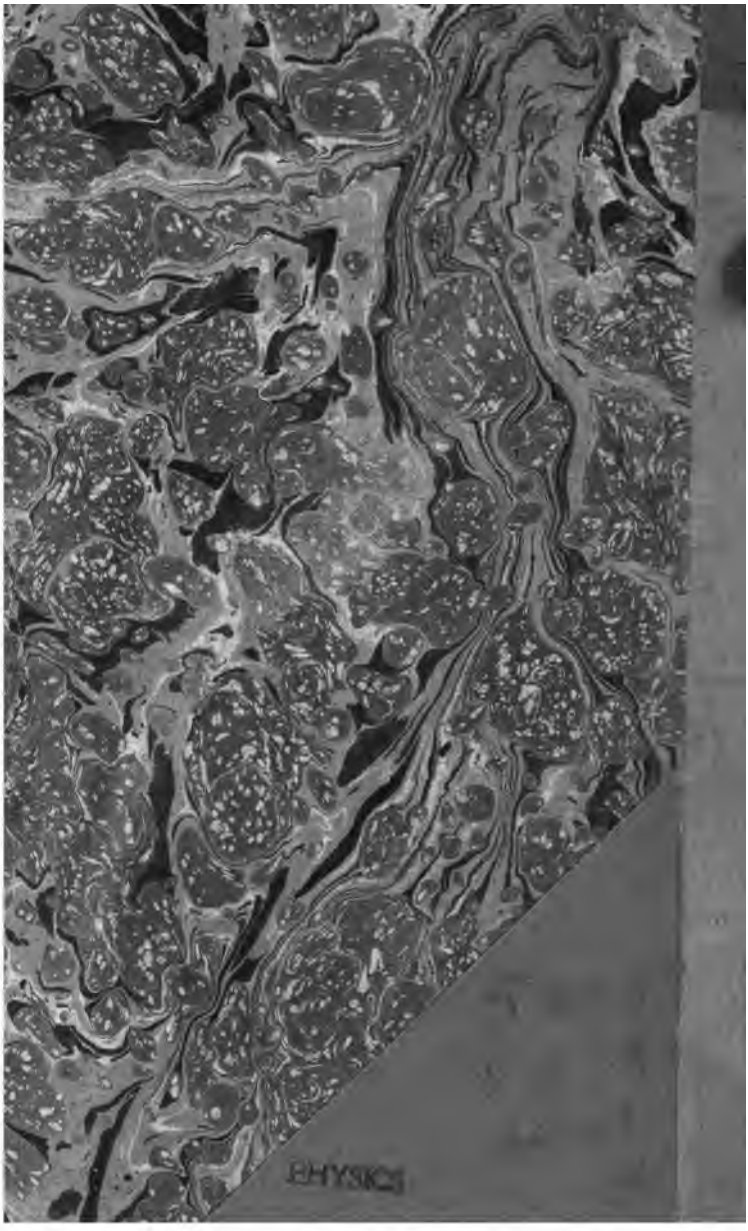











PHYSICS